

TREATMENT DEVICE AND DECOMPOSING METHOD OF WASTE GAS BY PLASMA DECOMPOSITION PROCESS

Patent number: JP2001300257

Publication date: 2001-10-30

Inventor: KAWAMURA KEISUKE; KAWAZOE KOHEI;
KOBAYASHI KATSUHIKO; SHIDA MEGUMI

Applicant: MITSUBISHI HEAVY IND LTD

Classification:

- International: B01D53/34; B01D53/56; B01D53/70; B01D53/74;
B01D53/86; B01J19/08; F23J15/00; B01D53/34;
B01D53/56; B01D53/70; B01D53/74; B01D53/86;
B01J19/08; F23J15/00; (IPC1-7): B01D53/70;
B01D53/34; B01D53/56; B01D53/74; B01D53/86;
B01J19/08; F23J15/00

- european:

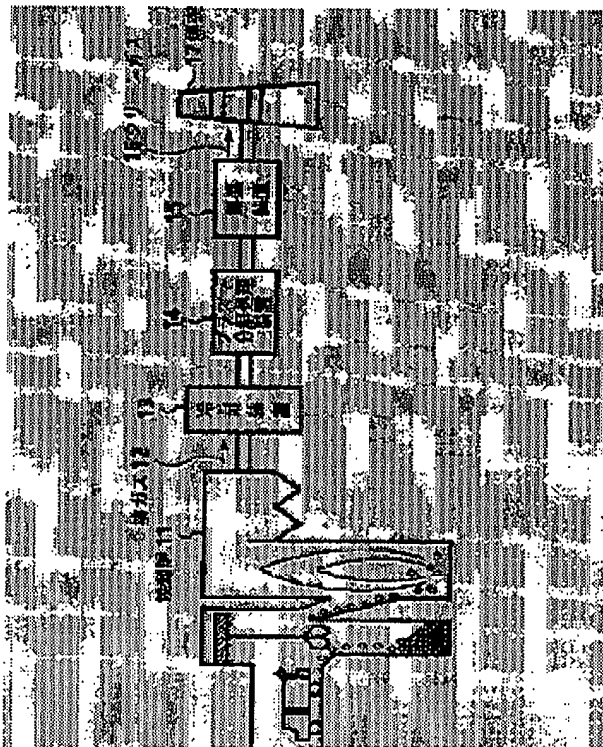
Application number JP20000125494 20000426

Priority number(s): JP20000125494 20000426

Report a data error here

Abstract of JP2001300257

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device and a method for treating waste gas wherein a plasma treatment process is used to make harmless harmful substances such as dioxins contained in waste gas. **SOLUTION:** The device for treating waste gas purifies waste gas 12 discharged from an incinerator 11. The device comprises a plasma decomposition unit 14 to decompose harmful substances in the waste gas 12 cooled by a cooling means 13 by means of plasma, a soot removal unit 15 to remove soot in the waste gas after the plasma decomposition, and a stack 17 to discharge clean gas 16 purified by the soot removal unit 15 to the outside.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-300257
(P2001-300257A)

(43) 公開日 平成13年10月30日 (2001.10.30)

(51) Int.Cl.	識別番号	F I	ページ* (参考)
B 0 1 D 53/70		B 0 1 J 19/08	E 3 K 0 7 0
53/34	Z A B	B 0 1 D 53/34	1 3 4 E 4 D 0 0 2
53/56			Z A B 4 D 0 4 8
53/74			1 2 9 C 4 G 0 7 6
53/86		53/36	J
審査請求 未請求 請求項の数43 OL (全 29 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-125494 (P2000-125494)

(22) 出願日 平成12年4月26日 (2000.4.26)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号

(72) 発明者 川村 啓介

長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三

菱重工業株式会社長崎研究所内

(72) 発明者 川原 浩平

長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三

菱重工業株式会社長崎研究所内

(74) 代理人 100078499

弁理士 光石 俊郎 (外2名)

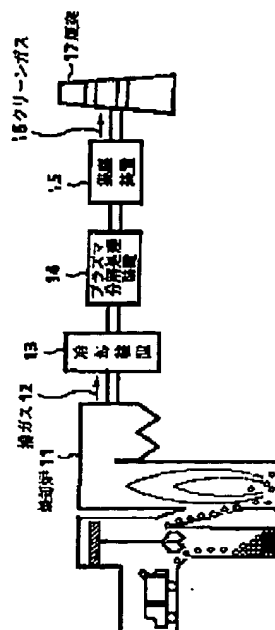
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ分解による排ガス処理装置及び分解方法

(57) 【要約】

【課題】 排ガス中に含有されるダイオキシン類等の有害物質を無害化するためのプラズマ処理を用いた排ガス処理装置及び方法を提供することを課題とする。

【解決手段】 焼却炉11から排出される排ガス12を浄化する排ガス処理装置であって、冷却手段13による冷却後の排ガス12中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置14と、該プラズマ分解処理後の排ガス中の爆塵を除去する除塵装置15と、除塵処理後の清浄化されたクリーンガス16を外部へ排出する煙突17とからなる。



:(2) 001-300257 (P2001-300257A)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 焼却炉、熱分解炉、熔融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理装置であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置と、

該プラズマ分解処理後の排ガス中の煤塵を除塵する除塵装置とからなることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項2】 焼却炉、熱分解炉、熔融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理装置であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の煤塵を除塵する除塵装置と、

該除塵処理後の排ガス中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置とからなることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項3】 焼却炉、熱分解炉、熔融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理装置であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の煤塵を除塵する除塵装置と、

該除塵処理後の排ガス中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置と、

プラズマ分解処理後の排ガス中の有害物質を触媒分解する触媒装置とからなることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項4】 焼却炉、熱分解炉、熔融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理装置であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の煤塵を除塵する除塵装置と、

該除塵処理後の排ガス中の有害物質を触媒分解する触媒装置と、

該触媒処理後の排ガス中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置とからなることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項5】 請求項2又は4において、上記プラズマ分解処理装置が煙突内に配設されてなることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれか1項において、

上記プラズマ分解処理装置が排ガス中の有害物質を直接プラズマ分解することを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項7】 請求項6において、

上記プラズマ分解処理装置がストリーマ放電により排ガス中の有害物質を直接プラズマ分解することを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項8】 請求項7において、

上記プラズマ分解処理装置が、互いに対向する一組の電極を備えてなり、該対向距離がバール幅 w の高電圧が印加可能である電極間距離 d とする際、

ストリーマ放電の進展速度を v_a としたときに、上記バール幅 w が、

$$5^{-1}(d/v_a) \leq w \leq 5(d/v_a)$$

なる条件を満たすことを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項9】 請求項8において、上記電極間における放電の発生頻度 f を、 $f \leq 1 \text{ kpps}$ となるよう規定することを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項10】 請求項7において、

上記プラズマ分解処理装置が、

複数の線状電極と、

該線状電極に対向するとともに一定の距離を隔てて備えられた平板状電極と、上記線状電極と上記平板状電極との間において上記線状電極に垂直な方向に流通する排ガスとから少なくとも構成され、且つ上記線状電極と上記平板状電極との間における上記排ガスの滞留時間 t が、 $0.5[s] \leq t[s] \leq 20[s]$

なる条件を満たすことを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項11】 請求項7において、

上記プラズマ分解処理装置が、

線状電極と、その周囲に配置した円筒状電極と、該円筒状電極の内部を流通する排ガスとから少なくとも構成され、且つ上記円筒状電極の長さ L をし、上記排ガスの両電極間における流通速度を v_f としたときに、 $0.5[s] \leq (L/v_f)[s] \leq 20[s]$

なる条件を満たすことを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項12】 請求項2乃至5のいずれか1項において、

上記プラズマ分解処理装置が、排ガス中の有害物質をプラズマ処理用吸着体で吸着した後、該吸着された有害物質をプラズマ分解することを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項13】 請求項12において、

上記プラズマ分解処理装置が、

第1の電極および第2の電極と、この第1の電極と第2の電極の間に電位差を付与する電位差付与手段と、この第1の電極と第2の電極の間に配設されて有害物質を吸着する吸着材とを備え、上記第1の電極と第2の電極間に電位差を付与することにより、上記吸着材に吸着された有害物質を吸着材表面及びその近傍で分解することを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項14】 請求項12において、

上記プラズマ分解処理装置が、

第1の電極および第2の電極と、この第1の電極と第2の電極の間に電位差を付与する電位差付与手段と、この第1の電極と第2の電極の間に配設されて有害物質を吸着する吸着材とを備え、上記第1の電極と第2の電極間に電位差を付与することにより、上記吸着材に吸着された有害物質を還元雰囲気中吸着材表面及びその近傍で分解することを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項15】 請求項14において、

上記吸着材を収納する容器を設け、この容器内に還元ガスを供給する還元ガス供給手段を設けたことを特徴とす

(3) 001-300257 (P2001-300257A)

る排ガス処理装置。

【請求項16】 請求項12において、上記プラズマ分解処理装置が、第1の電極および第2の電極と、この第1の電極と第2の電極の間に電位差を付与する電位差付与手段と、この第1の電極と第2の電極の間に配設されて有害物質を吸着する吸着材とから成る分解ユニットを複数個備え、かつ各々の分解ユニットの吸着材に排気ガスを供給するガス供給手段と吸着材からガスを排出するガス排出手段を設けたことを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項17】 請求項12において、上記吸着材を収納する容器を設け、この容器内に還元ガスを供給する還元ガス供給手段を設けたことを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項18】 請求項13、14又は16において、上記吸着材を収納する容器内に光触媒を分散してなることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項19】 請求項12において、上記プラズマ処理用吸着体が内部に強誘電体を配してなることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項20】 請求項12において、上記プラズマ処理用吸着体が、強誘電体の比誘電率が100以上であり、上記吸着材の比誘電率が1~20であることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項21】 請求項12において、上記プラズマ処理用吸着体のマクロポアが4~100 μ mであることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項22】 請求項12において、上記プラズマ分解処理装置が、第1の電極及び第2の電極と、該第1の電極と第2の電極の間に電位差を付与する電位差付与手段と、上記第1の電極と第2の電極の間に配設されて有害物質を吸着するプラズマ処理用吸着体を収容するプラズマ処理容器とを備えてなり、上記第1の電極と第2の電極間に電位差を付与することにより、上記吸着体に吸着された有害物質を吸着体の内部、表面及びその近傍で分解することを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項23】 請求項12において、上記プラズマ分解処理装置が、第1の電極及び第2の電極と、該第1の電極と第2の電極の間に高電圧を付与する商用周波数高電圧電源と、該商用周波数高電圧に高電圧パルスを重畳する高電圧パルス電源と、上記第1の電極と第2の電極の間に配設されて有害物質を吸着するプラズマ処理用吸着体を収容するプラズマ処理容器とを備えてなり、上記第1の電極と第2の電極間に電位差を付与することにより、上記吸着体に吸着された有害物質を吸着材の内部、表面及びその近傍で分解することを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項24】 請求項23において、プラズマ処理容器に収容される吸着体と共にスペーサを

収容し、該スペーサが光触媒を担持してなることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項25】 請求項7において、上記プラズマ分解処理装置が、排ガスの流れるプラズマ処理容器内部にガス流れ制御体を設けたことを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項26】 請求項25において、上記ガス流れ制御体を、上記プラズマ処理容器の上流側に向かうにつれて狭くする間隔で複数個設けたことを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項27】 請求項25又は26において、上記プラズマ処理容器の上記排ガスの流れる方向に対して垂直な断面積を A_1 、上記ガス流れ制御体の開口部の面積を A_2 としたとき、上記ガス流れ制御体が、 $0.2 \leq A_2 / A_1 \leq 0.5$ で大狭される開口面積を有することを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項28】 請求項7において、上記プラズマ分解処理装置が、放電プラズマを発生させる負極と正極とからなる電極と、該電極間にパルス電圧を印加するパルス電源と、上記負極電極の表面にプラズマ放電により発光する紫外線を受けて電子(e^-)を励起し、ホール(h^+)を形成し、酸素及び/又は H_2O の存在によりオキサイドイオン(O_2^-)と、OHラジカルとを生成する光触媒とを具備してなり、

放電プラズマによる有害物質の分解と、オキサイドイオン(O_2^-)と、OHラジカルとの作用による有害物質の分解とを行うことを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項29】 請求項28において、上記光触媒が導電材料を混合してなることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項30】 請求項28又は29において、上記負極電極の表面に光触媒と導電材料とが所定間隔を置いて形成してなることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項31】 請求項28乃至30のいずれか一項において、上記光触媒が吸着材を混合してなることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項32】 請求項28乃至31のいずれか一項において、上記光触媒がN型又はP型半導体材料を混合してなることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項33】 請求項28乃至32のいずれか一項において、上記パルス幅が5ns~100nsであることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項34】 請求項1乃至33のいずれか一項において、上記排ガス中の有害物質がダイオキシン類、ポリハロゲン化ビフェニル類、ハロゲン化ベンゼン類、ハロゲン化

(4) 001-300257 (P2001-300257A)

フェノール類及びハロゲン化トルエン類から選ばれる少なくとも一種のハロゲン化芳香族化合物並びに高縮合度芳香族炭化水素、環境ホルモンであることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項35】 請求項34において、上記ダイオキシン類が、ポリ塩化ジベンゾ-p-ダイオキシン類(PCDDs)、ポリ塩化ジベンゾフラン類(PCDFs)、ポリ臭化ジベンゾ-p-ダイオキシン類(PBDDs)、ポリ臭化ジベンゾフラン類(PBDFs)、ポリ弗化ジベンゾ-p-ダイオキシン類(PFDDs)、ポリ弗化ジベンゾフラン類(PFDFs)、ポリ沃素化ジベンゾ-p-ダイオキシン類(PIDDs)、ポリ沃素化ジベンゾフラン類(PIDFs)であることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項36】 請求項1乃至33のいずれか一項において、還元ガス雰囲気下でプラズマ分解を行うことを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項37】 焼却炉、熱分解炉、溶融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理方法であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の有害物質をプラズマ分解処理した後、排ガス中の煤塵を除去することを特徴とする排ガス処理方法。

【請求項38】 焼却炉、熱分解炉、溶融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理方法であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の煤塵を除去した後、排ガス中の有害物質をプラズマ分解することを特徴とする排ガス処理方法。

【請求項39】 焼却炉、熱分解炉、溶融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理方法であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の煤塵を除去した後、排ガス中の有害物質をプラズマ分解処理し、その後、排ガス中の有害物質を触媒分解することを特徴とする排ガス処理方法。

【請求項40】 焼却炉、熱分解炉、溶融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理方法であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の煤塵を除去した後、排ガス中の有害物質を触媒分解し、その後、排ガス中の有害物質をプラズマ分解することを特徴とする排ガス処理方法。

【請求項41】 請求項38又は40において、上記プラズマ分解処理を煙突内で行うことを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項42】 請求項37乃至41のいずれか1項において、上記プラズマ分解処理が排ガス中の有害物質を直接プラズマ分解することを特徴とする排ガス処理方法。

【請求項43】 請求項38乃至41のいずれか1項において、上記プラズマ分解処理が排ガス中の有害物質をプラズマ

処理用吸着体で吸着した後、該吸着された有害物質物質をプラズマ分解することを特徴とする排ガス処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば都市ゴミ焼却炉、産業廃棄物焼却炉、汚泥焼却炉等の各種焼却炉、熱分解炉、溶融炉等から排出される排ガス等に含有する有害物質を浄化する技術に関し、特に排ガス中に含有されるダイオキシン類等のハロゲン化芳香族化合物、高縮合度芳香族炭化水素、環境ホルモン、塑素酸化物、硫黄酸化物等や揮発性有機化合物等を無害化するためのプラズマ処理を用いた排ガス処理装置及び方法に関する。

【0002】

【背景の技術】従来では、都市ゴミ焼却炉から発生する排ガス中に含有されるダイオキシン類は降温条件下(約850℃)で酸素注入し、化学反応で分解していたが、酸素が豊富なため、ガス冷却過程において再合成が進行し、問題となっている。

【0003】また、排ガス中の有害物質を触媒で分解することも提案されているが、排ガス中の煤塵等を除去するために設けられている除塵装置(例えばバグフィルタ等)の処理においては、濾布の耐久性向上のために、排ガス温度を150℃程度まで冷却しており、集塵後の低温の排ガス中のダイオキシン類等の有害物質を高効率(分解率90%以上)で分解することができないのが現状である。

【0004】さらに、除塵処理で除去できなかった微細な浮遊物質に吸着しているダイオキシン類等の有害物質の分解処理することの要望がある。

【0005】また、近年いわゆる「テールエンド処理」という、ダイオキシン類等の環境ホルモンのゼロエミッション化に向けて触媒等の分解処理後に、さらに、活性炭で残存ダイオキシン類を吸着し、除去する方法が提案されている。しかしながら、この提案方法では、活性炭吸着塔の下流側への活性炭の飛散や、使用済み活性炭の処理が、更に必要となるという問題がある。

【0006】そこで本発明は、排ガス中の例えばダイオキシン類等の環境有害物質を効率よくプラズマ処理できるプラズマ分解による排ガス処理装置及び分解方法を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する【請求項1】の発明は、焼却炉、熱分解炉、溶融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理装置であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置と、該プラズマ分解処理後の排ガス中の煤塵を除去する除塵装置とからなることを特徴とする。

【0008】【請求項2】の発明は、焼却炉、熱分解炉、溶融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処

(5) 001-300257 (P2001-300257A)

理装置であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の煤塵を除塵する除塵装置と、該除塵処理後の排ガス中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置とからなることを特徴とする。

【0009】[請求項3]の発明は、焼却炉、熱分解炉、溶融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理装置であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の煤塵を除塵する除塵装置と、該除塵処理後の排ガス中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置と、プラズマ分解処理後の排ガス中の有害物質を触媒分解する触媒装置とからなることを特徴とする。

【0010】[請求項4]の発明は、焼却炉、熱分解炉、溶融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理装置であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の煤塵を除塵する除塵装置と、該除塵処理後の排ガス中の有害物質を触媒分解する触媒装置と、該触媒処理後の排ガス中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置とからなることを特徴とする。

【0011】[請求項5]の発明は、請求項2又は4において、上記プラズマ分解処理装置が煙突内に配設されてなることを特徴とする。

【0012】[請求項6]の発明は、請求項1乃至5のいずれか1項において、上記プラズマ分解処理装置が排ガス中の有害物質を直接プラズマ分解することを特徴とする。

【0013】[請求項7]の発明は、請求項6において、上記プラズマ分解処理装置がストリーマ放電により排ガス中の有害物質を直接プラズマ分解することを特徴とする。

【0014】[請求項8]の発明は、請求項7において、上記プラズマ分解処理装置が、互いに対向する一組の電極を備えてなり、該対向距離がパルス幅 τ の高電圧が印加可能である電極間距離 d とする際、ストリーマ放電の進展速度を v_s としたときに、上記パルス幅 τ が、 $5^{-1}(d/v_s) \leq \tau \leq 5(d/v_s)$ なる条件を満たすことを特徴とする。

【0015】[請求項9]の発明は、請求項8において、上記電極間における放電の発生頻度 f を、 $f \leq 1 \text{ kpps}$ となるよう規定することを特徴とする。

【0016】[請求項10]の発明は、請求項7において、上記プラズマ分解処理装置が、複数の線状電極と、該線状電極に対向するとともに一定の距離を隔てて備えられた平板状電極と、上記線状電極と上記平板状電極との間において上記線状電極に垂直な方向に流通する排ガスとから少なくとも構成され、且つ上記線状電極と上記平板状電極との間における上記排ガスの滞留時間 t が、 $0.5[s] \leq t[s] \leq 20[s]$ なる条件を満たすことを特徴とする。

【0017】[請求項11]の発明は、請求項7において、上記プラズマ分解処理装置が、線状電極と、その周

囲に配置した円筒状電極と、該円筒状電極の内部を流通する排ガスとから少なくとも構成され、且つ上記円筒状電極の長さ L と、上記排ガスの両電極間における流通速度を v_f としたときに、

$$0.5[s] \leq (L/v_f)[s] \leq 20[s]$$

なる条件を満たすことを特徴とする。

【0018】[請求項12]の発明は、請求項2乃至5のいずれか1項において、上記プラズマ分解処理装置が、排ガス中の有害物質をプラズマ処理用吸着体で吸着した後、該吸着された有害物質物質をプラズマ分解することを特徴とする。

【0019】[請求項13]の発明は、請求項12において、上記プラズマ分解処理装置が、第1の電極および第2の電極と、この第1の電極と第2の電極の間に電位差を付与する電位差付与手段と、この第1の電極と第2の電極の間に配設されて有害物質を吸着する吸着材とを備え、上記第1の電極と第2の電極間に電位差を付与することにより、上記吸着材に吸着された有害物質を吸着材表面及びその近傍で分解することを特徴とする。

【0020】[請求項14]の発明は、請求項12において、上記プラズマ分解処理装置が、第1の電極および第2の電極と、この第1の電極と第2の電極の間に電位差を付与する電位差付与手段と、この第1の電極と第2の電極の間に配設されて有害物質を吸着する吸着材とを備え、上記第1の電極と第2の電極間に電位差を付与することにより、上記吸着材に吸着された有害物質を還元雰囲気中吸着材表面及びその近傍で分解することを特徴とする。

【0021】[請求項15]の発明は、請求項14において、上記吸着材を収納する容器を設け、この容器内に還元ガスを供給する還元ガス供給手段を設けたことを特徴とする。

【0022】[請求項16]の発明は、請求項12において、上記プラズマ分解処理装置が、第1の電極および第2の電極と、この第1の電極と第2の電極の間に電位差を付与する電位差付与手段と、この第1の電極と第2の電極の間に配設されて有害物質を吸着する吸着材とから成る分解ユニットを複数個備え、かつ各々の分解ユニットの吸着材に排ガスを供給するガス供給手段と吸着材からガスを排出するガス排出手段を設けたことを特徴とする。

【0023】[請求項17]の発明は、請求項12において、上記吸着材を収納する容器を設け、この容器内に還元ガスを供給する還元ガス供給手段を設けたことを特徴とする。

【0024】[請求項18]の発明は、請求項13、14又は16において、上記吸着材を収納する容器内に光触媒を分散してなることを特徴とする。

【0025】[請求項19]の発明は、請求項12において、上記プラズマ処理用吸着体が内部に強誘電体を配

(6) 001-300257 (P2001-300257A)

してなることを特徴とする。

【0026】【請求項20】の発明は、請求項12において、上記プラズマ処理用吸着体が、強誘電体の比誘電率が100以上であり、上記吸着材の比誘電率が1～20であることを特徴とする。

【0027】【請求項21】の発明は、請求項12において、上記プラズマ処理用吸着体のマクロポアが4～100 μm であることを特徴とする。

【0028】【請求項22】の発明は、請求項12において、上記プラズマ分解処理装置が、第1の電極及び第2の電極と、該第1の電極と第2の電極の間に電位差を付与する電位差付与手段と、上記第1の電極と第2の電極の間に配設されて有害物質を吸着するプラズマ処理用吸着体を収容するプラズマ処理容器とを備えてなり、

上記第1の電極と第2の電極間に電位差を付与することにより、上記吸着体に吸着された有害物質を吸着体の内部、表面及びその近傍で分解することを特徴とする。

【0029】【請求項23】の発明は、請求項12において、上記プラズマ分解処理装置が、第1の電極及び第2の電極と、該第1の電極と第2の電極の間に高電圧を付与する商用周波数高電圧電源と、該商用周波数高電圧に高電圧パルスを重ねる高電圧パルス電源と、上記第1の電極と第2の電極の間に配設されて有害物質を吸着するプラズマ処理用吸着体を収容するプラズマ処理容器とを備えてなり、上記第1の電極と第2の電極間に電位差を付与することにより、上記吸着体に吸着された有害物質を吸着材の内部、表面及びその近傍で分解することを特徴とする。

【0030】【請求項24】の発明は、請求項23において、プラズマ処理容器に収容される吸着体と共にスペーサを収容し、該スペーサが光触媒を担持してなることを特徴とする。

【0031】【請求項25】の発明は、請求項7において、上記プラズマ分解処理装置が、排ガスの流れるプラズマ処理容器内部にガス流れ制御体を設けたことを特徴とする。

【0032】【請求項26】の発明は、請求項25において、上記ガス流れ制御体を、上記プラズマ処理容器の上流側に向かうにつれて狭くする間隔で複数個設けたことを特徴とする。

【0033】【請求項27】の発明は、請求項25又は26において、上記プラズマ処理容器の上記排ガスの流れる方向に対して垂直な断面積を A_1 、上記ガス流れ制御体の開口部の面積を A_2 としたとき、上記ガス流れ制御体が、 $0.2 \leq A_2 / A_1 \leq 0.5$ で大狭される開口面積を有することを特徴とする。

【0034】【請求項28】の発明は、請求項7において、上記プラズマ分解処理装置が、放電プラズマを発生させる負極と正極とからなる電極と、該電極間にパルス電圧を印加するパルス電源と、上記負極電極の表面にプ

ラズマ放電により発光する紫外線を受けて電子(e^-)を励起し、ホール(h^+)を形成し、酸素及び/又は H_2O の存在によりオキサイドイオン(O_2^-)と、OHラジカルとを生成する光触媒とを具備してなり、放電プラズマによる有害物質の分解と、オキサイドイオン(O_2^-)と、OHラジカルとの作用による有害物質の分解とを行うことを特徴とする。

【0035】【請求項29】の発明は、請求項28において、上記光触媒が導電材料を混合してなることを特徴とする。

【0036】【請求項30】の発明は、請求項28又は29において、上記負極電極の表面に光触媒と導電材料とが所定間隔において形成してなることを特徴とする。

【0037】【請求項31】の発明は、請求項28乃至30のいずれか一項において、上記光触媒が吸着材を混合してなることを特徴とする。

【0038】【請求項32】の発明は、請求項28乃至31のいずれか一項において、上記光触媒がN型又はP型半導体材料を混合してなることを特徴とする。

【0039】【請求項33】の発明は、請求項28乃至32のいずれか一項において、上記パルス幅が5ns～100nsであることを特徴とする。

【0040】【請求項34】の発明は、請求項1乃至33のいずれか一項において、上記排ガス中の有害物質がダイオキシン類、ポリハロゲン化ビフェニル類、ハロゲン化ベンゼン類、ハロゲン化フェノール類及びハロゲン化トルエン類から選ばれる少なくとも一種のハロゲン化芳香族化合物並びに高縮合度芳香族炭化水素、環境ホルモンであることを特徴とする。

【0041】【請求項35】の発明は、請求項34において、上記ダイオキシン類が、ポリ塩化ジベンゾ-p-ダイオキシン類(PCDDs)、ポリ塩化ジベンゾフラン類(PCDFs)、ポリ臭化ジベンゾ-p-ダイオキシン類(PBDDs)、ポリ臭化ジベンゾフラン類(PBDFs)、ポリ弗化ジベンゾ-p-ダイオキシン類(PFDDs)、ポリ弗化ジベンゾフラン類(PFDFs)、ポリ沃素化ジベンゾ-p-ダイオキシン類(PIDDs)、ポリ沃素化ジベンゾフラン類(PIDFs)であることを特徴とする。

【0042】【請求項36】の発明は、請求項1乃至33のいずれか一項において、還元ガス雰囲気下でプラズマ分解を行うことを特徴とする。

【0043】【請求項37】の発明は、焼却炉、熱分解炉、熔融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理方法であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の有害物質をプラズマ分解処理した後、排ガス中の煤塵を除塵することを特徴とする。

【0044】【請求項38】の発明は、焼却炉、熱分解炉、熔融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理方法であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の煤

(7) 001-300257 (P2001-300257A)

座を除塵した後、排ガス中の有害物質をプラズマ分解することを特徴とする。

【0045】[請求項39]の発明は、焼却炉、熱分解炉、溶融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理方法であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の煤塵を除塵した後、排ガス中の有害物質をプラズマ分解処理し、その後、排ガス中の有害物質を触媒分解することとを特徴とする。

【0046】[請求項40]の発明は、焼却炉、熱分解炉、溶融炉等から排出される排ガスを浄化する排ガス処理方法であって、冷却手段による冷却後の排ガス中の煤塵を除塵した後、排ガス中の有害物質を触媒分解し、その後、排ガス中の有害物質をプラズマ分解することとを特徴とする。

【0047】[請求項41]の発明は、請求項38又は40において、上記プラズマ分解処理を煙突内で行うことを特徴とする。

【0048】[請求項42]の発明は、請求項37乃至41のいずれか1項において、上記プラズマ分解処理が排ガス中の有害物質を直接プラズマ分解することとを特徴とする。

【0049】[請求項43]の発明は、請求項38乃至41のいずれか1項において、上記プラズマ分解処理が排ガス中の有害物質をプラズマ処理用吸着体で吸着した後、該吸着された有害物質物質をプラズマ分解することとを特徴とする。

【0050】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0051】[第1の実施の形態]

<第1の排ガス処理システム>図1は本発明の第1の実施の形態にかかるプラズマ分解による排ガス処理装置である。なお、以下の実施の形態においては、排ガスを排出する代表的な例として焼却炉を例にとり説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。図1に示すように、焼却炉11から排出される排ガス12を浄化する排ガス処理装置であって、冷却手段13による冷却後の排ガス12中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置14と、該プラズマ分解処理後の排ガス中の煤塵を除塵する除塵装置15と、除塵処理後の清浄化されたクリーンガス16を外部へ排出する煙突17とからなるものである。本発明のプラズマ分解処理装置14では、少ない消費電力でダイオキシン類を90%以上分解できるので、排ガス中のガス状のダイオキシン類や、灰に付着又は内包されているダイオキシン類を効率よく分解できる。また、排ガス中にアンモニア等の塩基性物質を噴霧することで同時に脱硝・脱硫することも可能である。しかも、ダスト・フューム等の存在下でもプラズマ

生成が可能であるので、効率よくダイオキシン類等の有害物質を分解処理することが可能となる。

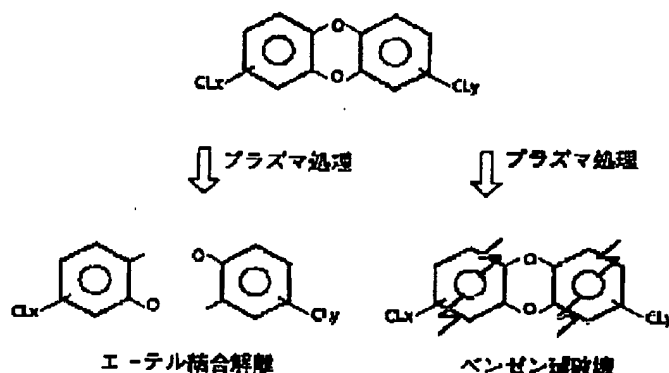
【0052】本発明では、ガス冷却後の排ガスを中の有害物質をプラズマ分解処理するので、排ガス中の有害物質が低減された状態で除塵装置15へ送られることになるので、除塵装置に付着した煤塵は有害物質が極めて少ない状態となり、そのまま溶融処理又は固化処理等の通常の処分をすることが可能となる。また、煤塵を処理する場合においてもダイオキシン類が多く含有している場合と異なり、灰処理経費の節減となる。プラズマ処理は灰中のミスト等が存在していても分解処理することができる。

【0053】図2は本実施の形態にかかるプラズマ分解処理装置14の一例を示す概略図であり、線(+極)対円筒(-極)プラズマ処理容器(反応容器)の一例である。図3は、上記反応容器本体に内装される個々の反応容器の詳細図である。図2及び図3に示すように、本実施の形態にかかるプラズマ分解処理装置14は、反応容器本体20内に内装され、複数本の円筒電極と個々の円筒電極内に配設された線電極とからなり、上記円筒電極21を負極(-)とし、上記線電極22を正極(+)とすると共に、両電極21、22間にパルス電圧を印加するパルス電源23を設けてなり、上記パルス印加により発生するプラズマ放電により導入される排ガス12中の有害物質をプラズマのストリーマ放電により分解して排ガス中のダイオキシン類等の有害物質を分解するものである。図2中、符号24は冷却塔からの排ガスを導入する排気ダクトであり、25は煤塵処理を行う除塵装置へ排ガスを導く排気ダクトである。

【0054】ここで、本発明で処理する対象の有害物質の1つのダイオキシン類のプラズマ分解原理は現時点において定かではないが、下記「化1」を参照してその分解メカニズムの一例を説明する。先ず、上記プラズマ分解処理装置においては、図4に示すような、ストリーマ放電プラズマが発生する。すなわち、線電極(+)22から円筒電極(-)21に向かって発生するストリーマ放電プラズマ26により、該プラズマ26中の高エネルギー電子27の物理的衝突により、有害物質であるダイオキシン類のエーテル結合を解離させたり、ベンゼン環を破壊させたりする。また、高エネルギー電子27がダイオキシン類に直接衝突し、その衝撃によりダイオキシン類のエーテル結合やベンゼン環等を分解する。また、上記ストリーマ放電により、排ガス12中の水分や N_2 を分解し、ヒドロシキラジカル($OH\cdot$)、窒素ラジカル($N\cdot$)、酸素ラジカル($O\cdot$)等の活性体が発生し、これらの種々のラジカルにより排ガス中の有害物質を分解している。

【化1】

(8) 001-300257 (P2001-300257A)



【0055】ここで、本発明で分解処理する排ガス中の有害物質とは、例えば窒素酸化物の他、ダイオキシン類やPXB（Xはハロゲンを表す。）類に代表される有害なハロゲン化芳香族化合物、高縮合度芳香族炭化水素等の有害物質をいうが、本発明の酸化触媒作用により分解できる排ガス中の有害物質（又は環境ホルモン）であればこれらに限定されるものではない。本発明で分解処理する排ガスや飛灰中に含まれる芳香族ハロゲン系化合物としては、ダイオキシン類やPCB類に代表される有害な物質（例えば環境ホルモン）であればこれらに限定されるものではない。ここで、上記ダイオキシン類とは、ポリハロゲン化ジベンゾ-p-ダイオキシン類（PXDDs）及びポリハロゲン化ジベンゾフラン類（PXDFs）の総称であり（Xはハロゲンを示す）、ハロゲン系化合物とある種の有機ハロゲン化合物の燃焼時に微量発生するといわれる。ハロゲンの数によって一ハロゲン化合物から八ハロゲン化合物まであり、これらのうち、特に四塩化ジベンゾ-p-ダイオキシン（TCDD）は、最も強い毒性を有するものとして知られている。なお、有害なハロゲン化芳香族化合物としては、ダイオキシン類の他にその前駆体となる種々の有機ハロゲン化合物（例えば、フェノール、ベンゼン等の芳香族化合物（例えばハロゲン化ベンゼン類、ハロゲン化フェノール及びハロゲン化トルエン等）、ハロゲン化アルキル化合物等）が含まれており、排ガス中、飛灰中等から除去する必要がある。すなわち、ダイオキシン類とは塩素化ダイオキシン類のみならず、臭素化ダイオキシン類等のハロゲン化ダイオキシン類を表す。また、PXB類（ポリハロゲン化ビフェニル類）はビフェニルにハロゲン原子が数個付加した化合物の総称であり、ハロゲンの置換数、置換位置により異性体があるが、PCB（ポリ塩化ビフェニル）の場合では、2,6-ジクロロビフェニル、2,2'-ジクロロビフェニル、2,3,5-トリクロロビフェニル等が代表的なものであり、毒性が強く、焼却した場合にはダイオキシン類が発生するおそれがあるものとして知られており、排ガス中、飛灰中等から除去する必要がある。なお、PXB類には当然コプラナーPXBも含まれるのはいうまでもない。また、高縮合度芳香族炭化

水素は多核芳香族化合物の総称であり、単数又は複数のOH基を含んでもよく、発癌性物質として認められており、排ガス中から除去する必要がある。また、多くの製造工程においては、煤塵に加えて、例えばホルムアルデヒド、ベンゼン又はフェノールのような気体状有機化合物を含む排ガスが発生することもある。これらの有機化合物もまた、環境汚染物質であり、人間の健康を著しく損ねるので、排ガス中から除去する必要がある。

【0056】また、本発明で処理される窒素酸化物とは、通常NO及びNO₂の他、これらの混合物をいい、NO_xとも称されている。しかし、該NO_xにはこれら以外に各種酸化数の、しかも不安定な窒素酸化物も含まれている場合が多い。従ってxは特に限定されるものではないが通常1～2の値である。雨水等で硝酸、亜硝酸等になり、またはNOは光化学スモッグの主因物質の一つであるといわれており、人体には有害な化合物である。

【0057】本発明により、上述した有害物質である窒素酸化物、ハロゲン化芳香族化合物、高縮合度芳香族炭化水素等の有害物質や気体状有機化合物をプラズマ分解して無害化処理することができる。

【0058】また窒素酸化物については本発明のプラズマ処理装置の前流側に塩基性物質（例えばアンモニア等）を存在させ、還元反応により無害化処理が行われる。

【0059】〔第2の実施の形態〕

<第2の排ガス処理システム>図5は本発明の第2の実施の形態にかかるプラズマ分解による排ガス処理装置である。

【0060】図5に示すように、焼却炉11から排出される排ガス12を浄化する排ガス処理装置であって、冷却手段13による冷却後の排ガス12中の煤塵を除去する除塵装置15と、該除塵処理後の排ガス中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置14と、除塵処理後のクリーンなガスを外部へ排出する煙突17とからなるものであり、第1のシステムとは除塵処理の後にプラズマ処理する点が相違する。

【0061】本システムでは、排ガス中のダイオキシン

(9) 001-300257 (P2001-300257A)

類及び除塵装置14で除去できなかったサブミクロンの排ガス中のダイオキシン類を分解処理することができる。

【0062】【第3の実施の形態】

＜第3の排ガス処理システム＞図6は本発明の第3の実施の形態にかかるプラズマ分解による排ガス処理装置である。

【0063】図6に示すように、焼却炉11から排出される排ガス12を浄化する排ガス処理装置であって、冷却手段13による冷却後の排ガス12中の煤塵を除去する除塵装置15と、該除塵処理後の排ガス12中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置14と、プラズマ分解処理後の排ガス中の有害物質をさらに触媒分解する触媒装置18と、除塵処理後のクリーンガス16を外部へ排出する煙突17とからなるものであり、第1のシステムとは除塵処理の後に触媒処理する点が相違する。

【0064】本実施の形態によれば、プラズマ分解処理後の排ガス中の残存有害物質を触媒装置18の触媒作用により、さらに分解するので、更に高効率で有害物質を分解処理することになり、ゼロエミッション化を図ることができる。

【0065】上記触媒装置で使用する触媒としては、特に限定されるものではないが、低温側で触媒活性を呈するものが好ましい。例えばチタン(Ti)、シリコン(Si)、アルミニウム(Al)、Zr(ジルコニウム)、P(リン)、B(ボロン)から選ばれる少なくとも一種以上の元素を含む単一又は複合酸化物からなる担体と、バナジウム(V)、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、ニオブ(Nb)又はタンタル(Ta)の酸化物のうち少なくとも一種の酸化物からなる活性成分とからなる触媒を一例として例示することができ、150～250℃の低温において排ガス中の有害物質を分解することができる。

【0066】ここで、担体においては、特にチタンを用いるのが好ましく、チタンの複合酸化物を担体として、バナジウム、タングステン又はモリブデンの酸化物のうち少なくとも一種の酸化物を活性金属種として担持させた有機塩素化合物の分解触媒が触媒活性が良好である。

【0067】本発明では、分解触媒の比表面積や固体酸量を増大させるために、複合酸化物化したTi酸化物を用いるのが好ましい。Tiの複合酸化物を形成する金属としては、例えばシリコン(Si)、アルミニウム(Al)、ジルコニウム(Zr)、リン(P)、ボロン(B)等が挙げられる。すなわち、TiとSi、TiとAl、TiとZr、TiとP、TiとBなどの複合酸化物を用いることができる。これらいずれの複合酸化物ともに、硫酸塩を形成しにくいいため安定な構造を維持することができ、比表面積や固体酸量の増大が可能である。

【0068】また、TiとSi+Al、TiとSi+Z

r、TiとSi+P、TiとSi+B、TiとAl+P、TiとAl+B、TiとZr+P、TiとZr+B、TiとP+B、などの三成分系の複合酸化物を用いることができる。

【0069】また、複合酸化物の場合における担体組成は、特に限定されるものではないが、例えばチタンが70～95重量部に対して、シリコン(Si)、アルミニウム(Al)、ジルコニウム(Zr)、リン(P)、ボロン(B)等の酸化物が30～5重量部とするのが好ましい。

【0070】上記触媒によれば、上記複合酸化物を担体にして、バナジウム(V)、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、ニオブ(Nb)又はタンタル(Ta)並びにこれらの酸化物を活性金属酸化物として少なくとも1種以上担持して用いることにより、上記酸化物はいずれも酸化能力を有するので、触媒に吸着して開裂したダイオキシンをCO₂まで酸化分解することができる。

【0071】【第4の実施の形態】

＜第4の排ガス処理システム＞図7は本発明の第4の実施の形態にかかるプラズマ分解による排ガス処理装置である。

【0072】図7に示すように、焼却炉11から排出される排ガス12を浄化する排ガス処理装置であって、冷却手段13による冷却後の排ガス12中の煤塵を除去する除塵装置15と、該除塵処理後の排ガス12中の有害物質を触媒分解する触媒装置18と、触媒処理後の排ガス中の有害物質をプラズマ分解するプラズマ分解処理装置14と、プラズマ分解処理後の排ガス中の有害物質を除塵処理後のクリーンガス16を外部へ排出する煙突17とからなるものであり、第3のシステムとはプラズマ処理と触媒処理とを逆にした点が相違する。

【0073】本実施の形態によれば、触媒装置18により触媒処理後の排ガス中の残存有害物質をプラズマ分解処理装置14のプラズマ分解作用により、さらに分解するので、更に高効率で有害物質を分解処理することになり、ゼロエミッション化を図ることができる。これにより、排ガス中及び飛灰中のダイオキシン類の有害物質を分解処理することができ、有害物質排出の総量を効率よく低減することができる。

【0074】【第5の実施の形態】

＜第5の排ガス処理システム＞図8は本発明の第5の実施の形態にかかるプラズマ分解による排ガス処理装置である。本実施の形態では、第2の処理及び第4の処理において、上記プラズマ分解処理装置14を煙突17内に配設しているものである。図8に示すように、本実施の形態では煙突17内にプラズマ分解処理装置14が鉛直軸方向に内包されている。このように、煙突17内に線電極22と円筒電極21とからなる複数の反応容器をプラズマ処理装置14を内装するので、プラズマ分解処理装置を設置する場所を別途確保する必要がなく、システ

(10) 01-300257 (P2001-300257A)

ムのコンパクト化を図ることができる。また、既存の煙突内に設置する場合には、反応容器の長さを長くすることにより対応することができる。

【0075】本発明ではプラズマ分解処理は排ガス中の有害物質を直接プラズマ分解処理する方式と、有害物質を吸着材で一度吸着させてからプラズマ分解処理方式との2方式がある。吸着処理方式の場合には、吸着体に一度排ガス中の有害物質を吸着した後にプラズマ分解処理を施すので、排ガス中の煤塵等を除去した後の方が特に好ましい。

【0076】〔試験例〕上述した図2に示すような本実施の形態の装置を用いて、排ガス中のダイオキシン類を直接分解した結果を図9に示す。また、試験条件を下記に示す。

①ガス温度：150℃

②ガス流量：1Nm³/H

③プラズマ電力：0、2、3、5Wh/Nm³

④電源条件：パルス幅：35ns、電圧30kV、0.1J/shot

⑤反応容器形状：線電極(φ0.36mm)、円筒電極(φ50mm×1500mm)

⑥反応容器入口ガス組成

<ダイオキシン類>

2, 3, 7, 8-TCDD: 0.2ng/Nm³

OCDD: 0.47ng/Nm³

2, 3, 7, 8-TCDF: 0.75ng/Nm³

OCDF: 25ng/Nm³

<残りのガス組成>

O₂: 12%、H₂O: 15%、N: バランス

【0077】また、模擬物質としてエチレン(20ppm)を使用し、吸着材を灰と想定して試験をした結果を以下に示す。プラズマ処理前後の吸着量を比較し、分析した結果、吸着材1g当たり0.01Wh(36J)で90%分解を可能とした。焼却炉排ガスの灰の含有量は10g/Nm³であり、これに換算すると、0.1Wh/Nm³相当のエネルギーで灰中のダイオキシン類を分解処理できると推定され、3~5Wh/Nm³(ガス中ダイオキシン類80~92%分解時)では、十分分解可能であることが推測された。

【0078】一例として、図2に示したようなプラズマ分解処理装置14において、円筒電極21の径(φ)が200mm×長さ(L)が3m~4m程度のものを40~60本程度を反応容器本体20内に収納した場合には、幅、高さ、長さが約3m~4m程度のもので、150トン/日の焼却炉から排出される排ガスを処理することが可能となる。このときのパルス電源23は50kW級の電源を3~4機(150~200kW)で足りるものとなる。

【0079】図9に示すように、本発明のプラズマ分解処理装置14では、少ない消費電力でダイオキシン類を

90%以上分解でき、排ガス中のガス状のダイオキシン類や、灰に付着又は内包されているダイオキシン類を効率よく分解できる。また、排ガス中にアンモニア等の塩基性物質を噴霧することで同時に脱硝・脱硫することも可能である。しかも、ダスト・フューム等の存在下でもプラズマ生成が可能であるので、効率よく排ガス中の有害物質を分解処理することができる。

【0080】以下に本発明のプラズマ分解処理装置の好適な一具体例を説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0081】〔第6の実施の形態〕本実施形態においては上記ストリーマ放電形態を利用することとするが、より具体的な態様に関しては次のような規定を設けるものである。まず、当該放電を生じさせるために上記一組の電極に印加する高電圧をパルス状とするとともに、そのパルス幅τが、下記(1)式の条件を満たすものとする。ただし、この式でv_sはストリーマ放電の進展速度、dは上記したように線状電極22と円筒状電極21との電極間距離である(図3及び図4参照)。

【0082】

$$5^{-1}(d/v_s) \leq \tau \leq 5(d/v_s) \quad \dots (1)$$

ここで、ストリーマ放電進展速度v_sとは、電極間距離dを、一方の線電極22から開始した放電が他方の円筒電極21に到達するまでの時間、すなわちストリーマ放電進展時間τで除した値のことである。つまり、v_s=d/τであり、またこれからτ_s=d/v_sなる関係を導くことができる。

【0083】このことから、上記(1)式は、以下(2)式のように書き換えることができる。

$$5^{-1}\tau_s \leq \tau \leq 5\tau_s \quad \dots (2)$$

【0084】結局、パルス幅τに関する条件は、上式に示すように、当該パルス幅τが、ストリーマ放電進展時間τ_sに1/5を乗じたものより大きく、かつこのτ_sに5を乗じたものより小さくなるよう規定するものといえる。このような規定は、具体的には、図10に示すようなパルス幅τと排ガス中における有害物質の除去率との関係から導いたものである。この図からわかるように、ストリーマ進展時間τ_sとパルス幅τとが相等しいときに除去率は最大となる。そして、この点を極としてτが大きくなる方には比較的なだらかに、τが小さくなる方には比較的急に除去率が低下していくことがわかる。したがって、パルス幅τが、上記(2)式のように規定されれば、電圧印加に要したエネルギーが、排ガスに含まれる有害物質の除去に有効に利用されることとなる。

【0085】また上記に加えて、線状電極22と円筒状電極21の間におけるストリーマ放電の発生頻度をfとしたときに、このfが下記(3)式なる条件を満たすよう、その放電の形態を規定する。

$$【0086】f \leq 1 \text{ kpps} \quad \dots (3)$$

(電1) 01-300257 (P2001-300257A)

これは、上記ストリーマ放電において、その放電が発生してから再び絶縁が回復するまでに要する時間が1msであることを考慮することによって設けられた規定である。すなわち、放電の発生頻度 f を、上記(3)式のように、つまり1msにつき1回以下となるよう規定することとすれば、放電発生に要するエネルギー効率を高めることが可能となるからである。より具体的に言えば、放電が既に止んでいる時に次の放電が有効に発生し無駄

なエネルギーを浪費するようなことがなくなる。

【0087】以上のような規定を考慮した上で、本実施形態においては、上記パルス幅 τ 、放電の発生頻度 f をはじめとして、その他各種パラメータを表1に示すように定めた。

【0088】

【表1】

電源条件		
電圧幅E [kV]	28	(電極間の平均電界: 10.4kV/cm)
パルス幅 τ [ns]	35	
放電発生頻度 f [pps]	40~200	
電極部条件		
電極間距離 d [mm]	25	
線状電極系 [mm]	0.36	
円筒状電極長さ [m]	3	
排ガス条件		
電極部における		
m-クロロフェノール蒸気ガス流速速度 [mL/min]	14	
m-クロロフェノール [ppm]	2~3	
同温度 [°C]	80	

【0089】この「表1」のうち、パルス幅 $\tau=35$ nsとされていることに関しては、図11に示すように、ストリーマ放電進展時間 τ_d が20nsと見なせる事実から、上記(2)式にこれらの値を代入すると、 $5^{-1}\tau_d=5^{-1}\times 20=4\leq \tau=35\leq 5\tau_d=5\times 20=100$

となって確かに条件を満たしていることがわかる。また、放電の発生頻度 f についても $f=40\sim 200$ ppsであるから、明らかに上記(3)式の条件を満たしていることがわかる。

【0090】このような条件において、排ガス12中の有害物質の代替物質として、適当に希釈されたm-クロロフェノール蒸気ガスを反応容器内に流通させた結果、測定結果により図12に示すようなグラフを得た。これによれば、m-クロロフェノールは殆ど分解されていることがわかる。特に、消費エネルギーが15Wh/Nm³以上となる領域においては、その分解率が99%にも達している。また、消費エネルギーが4.7Wh/Nm³においても分解率97%という結果となっており、したがって、比較的少ないエネルギー消費で高い分解率を達成し得ていることがわかる。

【0091】このように本実施形態においては、パルス幅 τ 及び放電の発生頻度 f とを、上述した(1)式あるいは(2)式、及び(3)式で規定されるような好ましい値に設定することにより、極めて高い排ガス中における有害物質の分解率を達成することができる。

【0092】【第7の実施の形態】第7の実施形態においては、上述したプラズマ処理装置が線状円筒電極から反応容器を構成しているが、本実施の形態では、線電極

対平面電極により反応容器を構成するものについて説明する。

【0093】本実施形態における電極の形態は、図13に示すように、線状電極31と、これを両側から挟む二枚の平板状電極32とから構成されたものとなっている。これら線状電極31及び平板状電極32には、上述の実施形態と同様に、パルス幅 τ なる高電圧を印加可能な図示しない電源が接続されている。また、線状電極31と各々の平板状電極32とは、距離 d を隔てるようにして設置されている。そして、上記排ガス12は、図13中矢印Aに示すように、上記線状電極31に垂直な方向に流通するようになっている。

【0094】このような構成となるプラズマ排ガス処理設備において、次に示すような規定を設ける。すなわち、排ガス中の有害物質の代替物質として例えば上記と同様に、m-クロロフェノールの蒸気ガスの電極間における滞留時間を t としたときに、

$$0.5[s] \leq t[s] \leq 20[s] \quad \cdots (4)$$

なる条件を課す。

【0095】上記(4)式のような規定を設けることにより、m-クロロフェノールの除去率は、図14に示すようなものとなる。図14は横軸に滞留時間 t を、縦軸にその除去率をそれぞれとって、上記滞留時間 t の変化につれて除去率がどのように変化するかを示しているグラフである。このグラフによれば、滞留時間 t がおおよそ10秒となるとときに、除去率が最高となることがわかる。また、この点を極として、回数が増える方向及び減る方向それぞれに、同程度に除去率が減少していくことがわかる。

(42) 01-300257 (P2001-300257A)

【0096】したがって、(4)式に示す規定は、除去率が比較的高い状態となるよう、滞留時間も定めることを意味しているから、当該マイクロフェノールの分解率をより高めることが可能となる。なおこのことは、排ガスが受ける放電が、その分解を促すに十分であることによるものである。

【0097】なお、上記(4)式と同様な規定は、いま説明した線状電極31と平板状電極32とによる電極形

$$0.5[s] \leq (L/v_f)[s] \leq 20[s] \quad \dots (5)$$

上記(5)式における、不等号に挟まれた式は、実質上、両電極間における排ガスの滞留時間と同義となることは明らかである。

【0099】図15には、上記 (L/v_f) を横軸に、除去率を縦軸にとったときに、上記 (L/v_f) の変化につれて除去率がどのように変化するかを示したグラフが示されている。この図15から一見してわかるように、これが図14とほとんど同様であることが明白である。したがって、この事実から、線状電極22と円筒状電極21からなる電極形態においても、(5)式の関係を適用することによって、本実施形態と同様な効果が得られることが裏付けられる。

【0100】[第8の実施の形態] 図16は第8の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図である。図16において、40は排ガス中の有害物質の分解ユニットであって、プレート状の第1の電極41と第2の電極42の間に容器43が配設されている。容器43はガラスなどの絶縁材から成るものであり、その内部には吸着材44が収納されている。この吸着材44は、ガソリンエンジンの排ガスなどに含まれる NO_x の吸着能が大きいものである。この時、電極形状はプレート状に限らず線対平板、線対円筒なども、もちろん含まれる。

【0101】上記吸着材44は有害物質を吸着保持できる性質を有するものであれば、特に限定されるものではないが、例えばダイオキシン類を吸着する場合にはメソポラスシリケートを用い、VOC(揮発性有機化合物)を吸着する場合には高シリカゼオライト、USY、ZSM-5を用いることができる。

【0102】第1の電極41はプラズマ電極であって、高電圧の交流電源やパルス電源などの電源45が電位差付与手段として接続されている。また第2の電極42はマイナス電極であって、アース46に接続されている。電源45として交流電源を用いる場合、吸着材44は特に強誘電体を具備するものを使用する。容器43の一方の面には第1のパイプ51が接続されており、他方の面には第2のパイプ52が接続されている。第1のパイプ51にはこれを開閉する開閉手段としての第1のバルブ53が設けられており、また第2のパイプ52にはこれを開閉する開閉手段としての第2のバルブ54が設けられている。第1のパイプ51と第1のバルブ53は容器43内の吸着材44にガスを供給するガス供給手段を構成

態だけでなく、上述したように線状電極22と、その周囲に配置された円筒状電極21とからなるような電極形態において適用することも可能である。この場合、当該円筒状電極21の長さを L 、上記排ガスの両電極間における流通速度を v_f としたときに、下記(5)式に示すように規定を課すようにすればよい。

【0098】

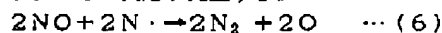
しており、また第2のパイプ52と第2のバルブ54は、容器43内の吸着材44からガスを排出するガス排出手段となっている。

【0103】容器43には第3のパイプ55が接続されている。第3のパイプ55にはこれを開閉する開閉手段としての第3のバルブ56が設けられている。第3のパイプ55にはチッソガスボンベなどの還元ガス供給手段57が接続されており、第3のパイプ55を通して容器43内にチッソガスなどの還元ガスを供給する。なおこのような還元ガス供給手段57は必ずしも設ける必要はない。上記各バルブ53、54、56などは、CPUなどの制御手段(図示せず)により自動制御される。

【0104】このガスの分解装置は上記のような構成より成り、次にその動作を説明する。第1のバルブ53を開いた状態で、第1のパイプ51を通して有害物質を含む排ガスが容器43内に供給され(矢印A)、ダイオキシン類等の有害物質は吸着材44に吸着される。このとき、第2のパイプ52の第2のバルブ54は開いており、有害物質が分解処理されたクリーンガスが排出される。

【0105】有害物質が吸着材44に十分に吸着されたならば、望ましくは第1のバルブ53を閉じて第1のパイプ51から排ガスが供給されないようにして容器43内を実質的に密閉したうえで、第1の電極41に電圧を印加する。ここで、容器43は密閉されていることもあって、吸着材44の表面から内部にはかけて外部の空気が入り込みにくいので、吸着材44の表面から内部にかけてはほぼ還元雰囲気状態にある。これは吸着材表面も選択的にガスを吸着するためである。この場合、必要に応じて第3のバルブ56を開いて還元ガス供給手段57から容器43内にチッソガスなどの還元ガスを供給することにより(矢印C)、容器43内をより一層還元ガス雰囲気にすることができる。

【0106】さて、第1の電極41に電圧を印加すると、第1の電極41と第2の電極42の間には高電位差が生じ、還元雰囲気中で下記反応式(6)、(7)に示すラジカル反応が発生する。



すなわち、上記反応式(6)に示すように、排ガス中の有害物質の1つであるNOは、還元雰囲気中でチッソガ

(図3) 01-300257 (P2001-300257A)

ス N_2 になり、また反応式(6)で生じた2Oは上記反応式(7)に示すように酸素ガス O_2 になる。このチッソガス N_2 と酸素ガス O_2 は化学的に安定した無害なガスである。また、排ガス中の有害物質であるダイオキシン類は、上述したようにエーテル結合やベンゼン環部分が分離され、無害化される。

【0107】上記反応式(6)、(7)の反応等が生じたならば、次に第2のバルブ54を開き、容器43内のチッソガス N_2 と酸素ガス O_2 を外部へ排出する(矢印B)。以上により、エンジンからの排気ガス中の有害なNOは無害なチッソガス N_2 と酸素ガス O_2 に分解される。

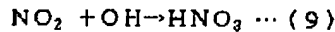
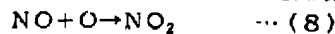
【0108】このガスの分解装置には、次のような利点がある。第1には、ガスの分解は還元雰囲気もしくは略還元雰囲気で行われるので、上記従来方法のようにHN O_3 を生じず、したがってアンモニアなどの中和剤を加えて硝酸などに処理する必要がない。第2には、ガスを容器内の吸着材44に吸着させることにより実質的に閉じこめてバッチ式としてラジカル反応などの反応を行わせるので(すなわち、上記従来方法のようにガスを連続的に流しながら分解するのではないので)、容器内のガス濃度を高くし、ラジカル反応などの反応を効率よく行わせて大量にガスを分解処理できる。もっとも第1のバルブ53と第2のバルブ54を開いたままで容器43内でラジカル反応を発生させることを禁止するものではないが、このようにすると容器43内に外部の空気が侵入して還元雰囲気が低下し、また容器43内のガス濃度が低くなってラジカル反応効率が低下するので、このような運転方法は避けることが望ましい。

【0109】[第9の実施の形態] 上述した第1の本実施の形態において、図16に示す還元ガス供給手段57を除き、吸着材収容容器43内に、Ti O_2 等の光触媒を担持した粒径物(図示せず)を分散することで分解装置を構成している。このような装置とすることにより、プラズマ処理で有害物質を分解処理するのみならず、該プラズマ処理で発する紫外線を用いての光触媒の酸化分解により、有害物質を分解するという更なる相乗効果が発揮される。

【0110】すなわち、本発明では、プラズマ処理容器13内に導入された排ガス中の有害物質(例えばN O_x)は、上述したプラズマ分解により下記化学反応(8)、(9)の分解が進行すると共に、上述したように、スベータ104に光触媒を担持させた場合には、光触媒分解により下記化学反応(10)、(11)の分解が進行する。また、生成した硝酸等の反応生成物はプラズマの衝突により励起脱離が起こり、後流側でNH $_3$ を添加することにより、硝酸アンモニウムとすることで無害化することができる。なお、有害物質として亜硝酸化物(NO $_x$)を例にして分解のメカニズムを説明しているが、後述するように、本発明の分解対象物は何等限定

されるものではない。

【0111】<プラズマによる分解>



<光触媒による分解>



【0112】ここで、上記光触媒は一般に使用されるものであれば特に限定されるものではないが、例えば酸化チタン(Ti O_2)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化鉄(Fe $_2$ O $_3$)、酸化スズ(SnO $_2$)、酸化タングステン(WO)、酸化ビスマス(Bi O_3)等の金属酸化物を挙げることができるが、本発明はこれに限定されるものではなく、酸化分解を起こすものであればいずれの光触媒であってもよい。なお、上記光触媒のうち特に酸化チタンが好ましく、アナターゼ型Ti O_2 、ルチル型Ti O_2 のいずれを用いてもよい。

【0113】[第10の実施の形態] 次に、上述した第9のガスの分解装置の応用例について図17を参照して説明する。図17は本発明の第9の実施の形態のガスの分解装置を複数組み合わせた構成図である。図17に示すように、ガスの分解ユニット40A、40Bは2個並列に設けられており、第1のパイプ51は焼却炉に接続されている。図16と同一要素には同一符号を付している。この図17に示す装置は、図16に示す分解ユニット40を2個並列的に組み合わせたものである。

【0114】次に動作を説明する。図17に示すように、このガスの分解装置は、分解ユニット40A、40Bは2個備えられているので、望ましくは2つの分解ユニット40A、40Bで交互に上記したガスの分解を行う。すなわち、一方の分解ユニット40A側の第1のバルブ53Aを閉じ、且つスイッチS1を閉じ電圧を供給して分解ユニット40Aでラジカル反応等を発生させているときは、他方の分解ユニット40B側の第1のバルブ53Bを開いて、且つスイッチS2を開けてエンジン58から排ガスをこの分解ユニット40Bに供給する。そして一方の分解ユニット40Aのラジカル反応等が終了してチッソガス N_2 や酸素ガス O_2 を第2のバルブ52から排出し、あるいは次回分の排ガスを焼却炉から分解ユニット40Aに供給しているときには、上記と逆にスイッチS1を開、スイッチS2を閉とし分解ユニット40Bの第1の電極41に電圧を印加してラジカル反応を発生させる。

【0115】このように分解ユニットを2個設け、2個の分解ユニットで順にあるいは交互にガスの分解を行うようにすれば、分解能率を著しく高めることができる。勿論この場合も、望ましくは還元ガス供給手段57から各分解ユニットに還元ガスを供給する。また勿論2つの分解ユニットで並行してラジカル反応を行わせてもよいものであり、その運転方法は自由に決定できる。また分

(図4) 01-300257 (P2001-300257A)

解ユニットは3個以上設けてもよいものであり、この場合も、各分解ユニットで交互あるいは順に更には任意に並行して上記処理を行うことができる。また吸着材の品種は、分解の対象となるガスの種類に応じて当該ガスの吸着性がよいものが選択使用される。

【0116】[第11の実施の形態] 図18は本発明の第11の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図である。この分解ユニット40Cも第1の電極41Cと第2の電極42Cの間に容器43Cを配設して成っているが、その全体は横長であり、複数種の吸着材44A、44B、44Cが収納されている。これらの吸着材44A、44B、44Cは吸着特性が異っており、互いに異なる種のガスをよく吸着する。これらの吸着材44A、44B、44Cは混在させてもよいが、本形態のように容器43Cの内部を通気性の仕切部59で仕切り、仕切られた各室内に第1の吸着材44A、第2の吸着材44B、第3の吸着材44Cを分離収納することが取り扱い管理上などから望ましい。なお上記各形態と同一要素には同一符号を付している。

【0117】本形態では、第1の吸着材44Aは窒素酸化物(NO_x)の吸着材であり、第2の吸着材44Bはダイオキシン類(DXN)の吸着材であり、第3の吸着材44Cは更に他の任意ガスの吸着材である。本形態のプラズマ処理方法は上記形態と同じであるが、このように複数種の吸着材44A、44B、44Cを備えることにより、複数種のガスが混合した混合ガスのプラズマ処理を一括して行うことができる。勿論、図16に示す分解ユニットをパイプなどにより複数個直列に連結して複合ガスの分解を一括して行うようにしてもよい。このように分解ユニットや吸着材の配設仕様や構造などは様々な設計変更が可能である。

【0118】上記構成において、分解対象となるガスの吸着材に吸着させた状態で、第1の電極と第2の電極の間に電位差を付与し、プラズマ処理を行ってガスを分解させる。この場合、もともと O_2 濃度が低い時、吸着材の内部及び表面には外部の空気は入り込みにくいので、吸着材の内部表面は酸素が少ない還元雰囲気にはほぼ保たれており、この還元雰囲気状態でガスは分解される。なお、ダイオキシン、VOC、エチレン等は高 O_2 であり、吸着材表面近傍に比較的高い O_2 が多い状態下では酸化反応で H_2O 、 CO_2 、 HCl 等に酸化させることができる。

【0119】また吸着材にガスを送り込んで吸着材に吸着されたガスをプラズマ処理して分解し、分解されたガスを吸着材から排出した後、次のガスを吸着材に送り込んで次のプラズマ処理を行うようにすれば、バッチ式のプラズマ処理が可能となり、上記従来のガスを連続的に流しながら行うプラズマ処理と比較してガスの濃度を高くできるので、それだけガスの分解量を増大させて効率のよい分解処理を行うことができる。

【0120】[第12の実施の形態] 図19は本発明の第5の実施の形態のガスの分解装置の構成図である。この分解ユニット40Dは、吸着材43が収容されている容器44に開閉自在のバルブ61を備えた減圧手段として真空ポンプ(例えば1torrまで、1/760気圧)62が設けられている。該真空ポンプ62により吸着材43で吸着した有害物質を減圧して脱着することができ、吸着材から脱着した際に、プラズマ分解で瞬時に分解するものである。本実施の形態の装置では、該プラズマで吸着材表面・内部に吸着された有害物質を吸着した状態では直接分解することができない場合に特に有効となる。なお、図19においては電源60としてパルス電源を用い、例えばパルス幅100ns以下、電圧20kV以上のものを用いているが、本発明では、プラズマを発生させる電源の種類は特に制限されるものではない。なお、この際に、プラズマの分解対象の有害物質が窒素等の場合には、還元雰囲気にするために、図16に示した還元ガス供給手段を設けるようにしてもよい。

【0121】[第13の実施の形態] 図20は本発明の第13の実施の形態のガスの分解装置の構成図である。第13の実施の形態では、第12の実施の形態の分解装置を並列に並べたものであり、バッチ式で吸着材に吸着した有害物質を分解処理するものである。図20においては、ガスの分解ユニット40E、40Fは2個並列に設けられており、第1のパイプ51A、51Bは排ガス導入手段に接続されている。図19と同一要素には同一符号を付している。ここで、図20において、ガスの分解ユニット40Eに排ガスを供給して吸着材44により有害物質が吸着されている状態であり、バルブ51A、54A、61Bを閉状態とし、その他のバルブ51B、54B、61Aは開状態としている。このような状態で真空ポンプ62で分解ユニット40Eの容器43内を減圧状態とすると、吸着材内部に吸着されていた有害物質は脱着し、プラズマ処理により分解される。なお、このプラズマ処理により分解されない有害物質は、他方の排ガス中の有害物質を吸着している分解ユニット40Fの容器43内の吸着材44により吸着されるので、外部に排出されることはない。このような操作を繰り返し交互に行うことにより、排ガスの分解を効率よく処理することができる。なお、この際に、プラズマの分解対象の有害物質が窒素等の場合には、還元雰囲気にするために、図1に示した還元ガス供給手段を設けるようにしてもよい。

【0122】[第14の実施の形態] 図21は本発明の第14の実施の形態のガスの分解装置の構成図である。この分解ユニット40Gは、吸着材43が収容されている容器44に開閉自在のバルブ61を備えた減圧手段として真空ポンプ(例えば1torrまで、1/760気圧)62と、該減圧手段により脱着された有害物質を別途濃縮処理するプラズマ処理室63とが設けられてい

(図5) 01-300257 (P2001-300257A)

る。この装置によれば、吸着材43で吸着した有害物質を該真空ポンプ62により減圧して脱着し、該脱着された有害物質を上記プラズマ処理室63で濃縮することで高濃度状態でプラズマ処理することができる。上記プラズマ処理室63には、電極形状がプレート状、線対平板、線対円筒等の電極が配され、プラズマ電極として高電圧の交流電源やパルス電源などの電源が電位差付与手段として接続されている。これにより、吸着材が収容された容器43内において吸着材から脱着される際に分解すると共に、濃縮容器内で濃縮された有害物質を別途分解処理することができる。よって、吸着材の表面・内部に吸着された有害物質が吸着された状態で直接分解しにくい場合に、効率よくプラズマ分解処理することができる。

【0123】[第15の実施の形態] 図22は本発明の第15の実施の形態のガスの分解装置の構成図である。第15の実施の形態では、第14の実施の形態の分解ユニットを並列に並べたものであり、バッチ式で吸着材に吸着した有害物質を別途濃縮して分解処理するものである。図22においては、ガスの分解ユニット40H、40Iは2個並列に設けられており、第1のバルブ53A、53Bは排ガス導入手段に接続されている。図21と同一要素には同一符号を付している。ここで、図22において、ガスの分解ユニット40Hに排ガスを供給して吸着材で有害物質が吸着されている状態であり、バルブ53A、54A、61Bを閉状態とし、その他のバルブ53B、54B、61Aは開状態としている。このような状態で真空ポンプ62で分解ユニット40Hの容器43内を減圧させると、吸着材内部に吸着されていた有害物質は脱着し、プラズマ処理により分解される。この際、未分解の有害物質は濃縮手段であるプラズマ処理室63内で濃縮された後、プラズマ処理される。なお、このプラズマ処理により分解されない有害物質は、他の排ガス中の有害物質を吸着している分解ユニット40Iの容器43内の吸着材44により吸着されるので、外部に排出されることはない。これにより、吸着材が収容された容器43内において吸着材から脱着される際に分解すると共に、プラズマ処理室63内で濃縮された有害物質を別途分解処理することができる。よって、吸着材の表面・内部に吸着された有害物質が吸着された状態で直接分解しにくい場合に、効率よくプラズマ分解処理することができる。

【0124】[第16の実施の形態] 図23は第16の本実施の形態にかかるプラズマ処理用吸着体の概略図である。図23に示すように、本実施の形態のプラズマ処理用吸着体100は、有害物質を吸着し、プラズマ処理により該吸着物質を分解する吸着材であって、多孔質の吸着材101の内部に強誘電体102を配してなるものである。ここで、上記強誘電体102の比誘電率は100以上であり、上記吸着材101の比誘電率が1~20

である。

【0125】このような特定の比誘電率を有する強誘電体を配した吸着材101からなる吸着体100を用いて有害物質のプラズマ処理を行う場合には、この吸着体100をプラズマ処理容器に充填させ、吸着材101部分の細孔に有害物質を吸着させた後、該有害物質を吸着材101の内部に吸着したままの状態ではプラズマ処理を行うものである。

【0126】[第17の実施の形態] 本実施の形態にかかるプラズマ処理容器を備えた有害物質の分解装置の概略の一例を図24に示す。図24に示すように、本実施の形態にかかる有害物質の分解装置110は、第1の電極111及び第2の電極112と、この第1の電極111と第2の電極112の間に電位差を付与する電位差付与手段113と、この第1の電極111と第2の電極112の間に配設されて有害物質を吸着する上記吸着体100を収容するプラズマ処理容器114とを備えてなり、上記第1の電極111と第2の電極112間に電位差を付与することにより、上記吸着体100の吸着材101に吸着された有害物質を吸着体100の内部、表面及びその近傍で分解するものである。

【0127】上記電極111、112はプレート状の電極としているが、線対平板、線対円筒等であってもよい。また、上記収容容器114はガラス等の絶縁材から構成されるものである。該収容容器114の一方の面には、有害物質を含む排ガス115を導入する開閉自在のバルブ116を介装したガス導入手段117が接続され、他方の面には開閉自在のバルブ118を介装したガス排出手段119が接続されている。上記電位差付与手段113としては、高電圧の交流電源やパルス電源等の電源が第1の電極111（プラス側電極）に接続されている。第2の電極112（マイナス側電極）はアース120に接続されている。なお、上記バルブ116、118等はCPU等の制御手段（図示せず）により自動制御されている。

【0128】上記分解処理装置において、吸着体100がプラズマ処理容器114内に充填される場合に、充填密度により吸着体100、100間に空隙dが発生し、この空隙dの静電容量の比を最適化することで、吸着材101の表面及び吸着材101内のマクロポア内に選択的に電界を印加することができる。

【0129】上記吸着材101は有害物質を吸着保持できる性質を有するものであれば、特に限定されるものではないが、例えばエチレンガス（食物倉庫）を吸着する場合にはNa-Xを用い、MEK（メチルエチルケトン）を吸着する場合には高シリカゼオライト、USY、ZSM-5を用い、NOxを吸着する場合にはベンタシル型ゼオライト、Cu-ZSM、等を用い、ダイオキシン類を吸着する場合にはメソポーラスシリケートを用い、VOC（揮発性有機化合物）を吸着する場合には高

(46) 101-300257 (P2001-300257A)

シリカゼオライト、USY、ZSM-5を用い、ジクロロエチレンを吸着する場合にはNa-Y等を用いることができる。

【0130】強誘電体の材料は、特に限定されるものではないが、例えばチタン酸バリウムを例示することができる。

【0131】上記吸着体100において、選択的に電解を印加するためには、図25に示すように、下記パラメータ(12)、(13)を充足する吸着体の形状や配置位置を設計する必要がある。

$$0 \leq k1 \leq 1 \quad \dots (12)$$

$$0.5 \leq k2 \leq 0.9 \quad \dots (13)$$

ここで、 $k1$ = 吸着体と吸着体との空隙距離(d_g) / 吸着材厚み(d_a)

$k2$ = 強誘電体直径(ϕ_s) / 吸着材直径(ϕ_a)

である。なお、(12)式において、定数 $k1$ が0の場合には、吸着体100、100が近接している場合であり、定数 $k1$ が1の場合には吸着材101の厚みだけ吸着体100、100が離れている場合である。また、定数 $k2$ が0.9を超えた場合には吸着性能が著しく低下し、好ましくない。上記所定の配置とするには、吸着材101の形状に凹凸面を付与する場合や、球体等の所定形状のスペーサ104を用い、プラズマ処理容器114内に吸着体100を充填する際に一緒に充填するようにしてもよい。上記スペーサ104の大きさは上記パラメータ(12)、(13)を充足するように設計すればよく、その材質は特に限定されるものではない。

【0132】特に、上記スペーサ104の材質をTiO₂等の光触媒とすることにより、プラズマ処理で有害物質を分解処理するのみならず、該プラズマ処理で発する紫外線を用いての光触媒の酸化分解により、有害物質を分解するという更なる相乗効果が発揮される。なお、図25(A)中、符号105はプラズマ部分を示す。

【0133】すなわち、本発明では、プラズマ処理容器104内に導入された排ガス中の有害物質(例えばNO_x)は、上述したプラズマ分解により化学反応(8)、(8)の分解が進行すると共に、上述したように、スペーサ104に光触媒を担持させた場合には、光触媒分解により化学反応(10)、(11)の分解が進行する。また、生成した硝酸等の反応生成物はプラズマの衝突により励起脱離が起り、後流側でNH₃を添加することにより、硝酸アンモニウムとすることで無害化することができる。

【0134】すなわち、本発明による内部に強誘電体を配した吸着材からなる吸着体を用いてプラズマ処理することにより、上述した有害物質である窒素酸化物、ダイオキシン類、高縮合度芳香族炭化水素等の有害物質や気体状有機化合物をプラズマ分解及び酸化解して無害化処理することができる。

【0135】[第1.8の実施の形態] 図26は第1.8の

本実施の形態にかかるプラズマ処理用吸着体の概略図であり、吸着体の内部及び表面近傍に理想的にプラズマを成膜する場合について説明する。ここで、図26

(A)は吸着体のパルス放電の共振振動により、吸着体の左右方向にプラズマを生成している状態図であり、図26(B)は(A)のX部分拡大の吸着材のマクロポアの内部模式図である。図26(A)に示すように、上記吸着体100を構成する吸着材101はミクロポア(〜数10Å)101aとマクロポア101bとから構成されてなるが、該マクロポア101b内にプラズマを生成させるためにはそのマクロポアの径を4〜100μmとするのが好ましい。これは4μm未満であると電子の平均自由行程が4μm(大気圧、常温)程度であるので、電子が加速することができないからであり、100μm以上とすると有害物質の吸着能力が低下するからである。好適には、4〜10μmとするのが好ましい。図26(B)において、プラズマが生成され、ストリーマ放電により電子なだれの進展がマクロポア100b内まで起こり、該吸着材内で吸着された有害物質をプラズマ分解することができる。上記マクロポアの径の調整は公知の方法であれば特に限定されるのではなく、例えばゼオライト造粒時にバインダーと気孔材(アビセル)を入れることによって、調整が可能である。気孔の割合は気孔材の配合割合で調整すればよい。

【0136】[第1.9の実施の形態] 図27は第1.9の本実施の形態にかかるプラズマ処理分解装置の概略図であり、商用周波数高電圧に高電圧パルスを重畳させたものである。図27(A)の回路構成図に示すように、第1の電極121及び第2の電極122と、該第1の電極121と第2の電極122の間に高電圧を付与する商用周波数高電圧電源123と、該商用周波数高電圧に高電圧パルスを重畳する高電圧パルス電源124と、上記第1の電極121と第2の電極122の間に配設されて有害物質を吸着する吸着体100を収容するプラズマ処理容器114とを備えてなり、上記第1の電極121と第2の電極122間に電位差を付与することにより、上記吸着材に吸着された有害物質を吸着材の内部、表面及びその近傍で分解するものである。

【0137】上記商用周波数高電圧電源123により商用周波数高電圧(50又は60Hz正弦波、50kV以下)を付与するのは、吸着材101の表面に初期電子をあらかじめ豊富に生成させるためである。また、上記高電圧パルス電源124で高電圧パルスを重畳させるのは、上記商用周波数高電圧電源123の付与により生成した電子を更に高電圧パルスで加速し、吸着材101の表面方向に物理的に衝突させるようにするためである。なお、高電圧パルスのパルス幅は10μs以下、電圧は50KV以下としている。図27(B)の電圧印加波形の概略図に示すように、商用周波数と同一極性で高電圧パルス電源からパルスを印加することにより、吸着材の

(図7) 01-300257 (P2001-300257A)

左右方向から電子が加速され、その結果吸着材101の表面全体がラジカル生成効率が飛躍的に向上し、小電力化を図ることができる。なお、吸着材101内のマクロポア101bにおいても電子があらかじめ生成されるので、同様に電子が加速され、分解効率が向上する。

【0138】【第20の実施の形態】図28は第20の本実施の形態にかかるプラズマ処理分解装置の概略図である。図28に示すように、本プラズマ処理装置は、電圧電源よりエネルギーが供給され、プラズマを発生する反応容器70を有し、この反応容器70中に排ガス12等を流して有害物質を分解するものにおいて、該排ガス12の流れる上記反応容器内部にガス流れ制御体(絞り部)71を複数個設けたものである。上記ガス流れ制御体71は排ガスの流れを漸次絞り込むようにしている。ここで、本発明では、電圧電源よりエネルギーが供給され、プラズマを発生する反応容器を用いるが、電極としては、線電極またはスパイラル(螺旋)電極と、円筒電極または平行平板電極との組合せが挙げられるが、このほか、針と円筒または平行平板電極、線と線またはスパイラル、スパイラルとスパイラルが挙げられる。すなわち、正負電極間が空間である構造を有すれば、特に限定されない。

【0139】本発明で設けるガス制御体(絞り部)71は、絶縁体で構成されるものが好ましい。具体的なガス制御体を構成する材料としては、テフロン(登録商標)、アクリル、塩化ビニル、アルミナ、セラミック等が挙げられる。ガス制御体の形状としては、電界強度の強い線電極近傍をガスが流れるように、ガスの流れを制御できるものであれば特に限定されない。具体的な形状としては、反応容器の排ガスの流れる方向に対して垂直断面が中空となる形状としたもの、網目状で中心ほど目が粗、中心にのみ数個〜数百個の穴を設けたもの等が挙げられる。好ましくは、反応容器の排ガスの流れる方向に対して垂直断面が中空となる形状としたものである。

【0140】本発明では、反応容器の排ガスの流れる方向に対して垂直断面が中空となる形状ガス制御体(絞り部)を複数設けるのが好ましい。この場合、複数のガス流れ制御体(絞り部)の間隔は、反応容器の上流側に向かうにつれて狭い配置とするのが好ましい。というのは、上流側は、有害ガス濃度が高く、その濃度を低減するには、高電界が必要で、中心電極近傍を長時間通過させる必要があるからである。

【0141】反応容器の排ガスの流れる方向に対して垂直断面が中空となる形状であるガス制御体を設けた場合、ガス制御体(絞り部)は、反応容器のガスの流れ方向に対して垂直方向の断面積 A_1 、ガス流れ制御体の開口部の A_2 としたとき、 $0.2 \leq A_2 / A_1 \leq 0.5$ で定義される開口面積を有する形状とするのが好ましい。この範囲において、有害物質の除去が最も効果的に行われるからである。

【0142】本発明を用いれば、プラズマ密度の高い領域に強制的にガス流れを生じさせることにより、効率よく有害物質を分解し、反応容器に入るガスに対する処理効率を従来方式(ガス流れ制御用絶縁体設置なし)と比較して10〜20%向上させる。また、処理に必要なエネルギーの低減を図ることができる。

【0143】図28を用いてさらに詳細に説明する。図28において、(A)が斜視図、(B)が側面断面図である。高電圧電源23からはプラス側に線電極22、マイナス側には円筒電極21を接続した。反応容器の排ガスの流れる方向に対して垂直断面に絞り部としてドーナツ状の絶縁体71を複数個設置(本実施の形態では5個)した。この絶縁体(絞り部)71は、反応容器70のガス12の流れる方向に対して垂直な断面積 A_1 、ガス流れ制御体の開口部の A_2 としたとき、 $0.2 \leq A_2 / A_1 \leq 0.5$ で定義される開口面積を有する形状とした。また、複数のガス流れ制御体(絞り部)の間隔は、反応容器の上流側に向かうにつれて狭い配置とした。

【0144】このような構造にすることで、ガスを強制的に線電極1近傍に流すことができ、この部分で効率よく有害物質を分解し、反応容器に入るガスに対する処理効率を従来方式(ガス流れ制御用絶縁体設置なし)と比較して10〜20%向上した。

【0145】【第21の実施の形態】図29は第21の本実施の形態にかかるプラズマ処理分解装置の概略図である。反応容器形状が線対称平行平板のガス流れ制御型排ガス処理用反応容器に関する実施例を図29に示す。図29において、(A)が斜視図、(B)が側面断面図である。高電圧電源23からはプラス側に線電極31、マイナス側には平行平板電極32、32を接続した。反応容器の排ガスの流れる方向に対して垂直断面に絞り部として矩形状の穴空き絶縁体71を複数個設置(本実施の形態では3個)した。この絶縁体(絞り部)は、反応容器の断面積 A_1 、ガス流れ制御体の開口部の面積を A_2 としたとき、 $0.2 \leq A_2 / A_1 \leq 0.5$ で定義される開口面積を有する形状とした。また、複数のガス流れ制御体(絞り部)71a〜71cの間隔は、反応容器の上流側に向かうにつれて狭い配置とした。

【0146】【第22の実施の形態】図30は第22の本実施の形態にかかるプラズマ処理分解装置の概略図である。図30は第22の実施の形態にかかる有害成分分解装置の概略図であり、線(+極)対円筒(−極)反応容器の一例である。図30に示すように本実施の形態にかかる有害成分分解装置、線電極22を正極(+)とし、円筒電極21を負極(−)とすると共に、両電極21、22間にパルス電圧を印加するパルス電源23と、上記負極電極21の表面に光触媒81を設けてなり、上記パルス印加により発生するプラズマ放電により導入される排ガス12中の有害物質を分解すると共に、プラズマ放電により発光する紫外線を光触媒81に照射して光

(48) 01-300257 (P2001-300257A)

触媒作用により有害物質を分解するものである。

【0147】本発明では、上記プラズマ放電はパルス印加としている。ここでパルス印加のパルス幅は、5～100nsとするのがよい。これは、パルス幅が100nsを超える場合には熱損失が大きくなり、好ましくなるからである。また、パルス幅の下限値は、以下の関係式により好ましくないからである。

ストリーマ放電進展速度 (Vs) = 3.3×10^8 (cm/s)

適正パルス幅 (τ) = d/Vs

ここで、d: 電極間隔 (cm) であり、一般的に d は 2～10cm であるので、 $6ns \leq \tau \leq 30ns$ となる。

よって、パルス幅の下限値は 5ns 程度となる。なお、図31に示すように、パルス幅が小さいほど、消費エネルギーが小さく、効率がよいものとなる。なお、図31はパルス幅と $De-N_0$ 90% 時のストリーマ放電消費エネルギーの関係を示す図である。

【0148】また、パルス電圧は 10～100kV 程度とするのが好ましく、特に 20～50kV とするのが好ましい。

【0149】上記プラズマ分解は、上述したような図4に示すようなストリーマ放電プラズマ (気体温度: 常温) 26により高エネルギー電子27が窒素、酸素、水分子に衝突し、N、O、OH等の化学的活性種ラジカルを生成し、後述する図34及び図35に示すように、ラジカル化学反応で窒素酸化物やダイオキシン類の有害成分を分解するものである。

【0150】図32を用いて光触媒による有害物質の分解原理を説明する。図30に示したような線電極22と円筒電極21間にパルス印加をし、プラズマ放電を発生させると、該放電にともなう紫外線 (UV光) が発生する。そして、図32に示すように、光触媒である TiO_2 の薄膜81に紫外線の光子 (フォトン) が照射されると、該光触媒の薄膜81内に電子 (e^-) が励起され、ホール (h^+) が形成される。この状態で光触媒近傍に酸素 (O_2) 水 (H_2O) が存在すると、気相-金属表面間反応が起こる。電子によって、 O_2 がオキサイドイオン (O_2^-) を生成すると共に、ホール (h^+) によって H_2O がOHラジカルを生成し、化学的に活性状態になる。この際、図33に示すように、有害成分 (例えば NO_x) 83が存在すると、オキサイドイオン (O_2^-) とOHラジカルとの作用により酸化的に分解され、無害化がなされる。ここで、紫外線82中のフォtonsの数が大きいほど、酸化、分解反応が促進されることにより、パルス印加によるプラズマ放電では、放電プラズマが光触媒81の表面に均一につくこととなり、プラズマ放電での紫外線のフォtonsの有効利用の効率が向上し、該プラズマ中の紫外線は強力な紫外線を含むため、該紫外線による分解率の向上を図ることができるとともに、省エネ化 (光触媒分解により、プラズマ生成電力を

低減することができる。) を図ることができる。

【0151】すなわち、本発明では、図34に示すように、円筒電極12内に導入された排ガス12中の有害物質 (例えば NO_x) は、上述したプラズマ分解により上記 (8)、(9) の分解が進行すると共に、上述した光触媒分解により (10)、(11) の分解が進行する。また、生成した硝酸等の反応生成物はプラズマの衝突により励起脱離が起こり後流側で NH_3 を添加することにより、硝酸アンモニウムとすることで無害化することができる。なお、図34においては窒素酸化物 (NO_x) を例にして分解のメカニズムを説明しているが、本発明の分解対象物はこれに限定されるものではない。

【0152】図35は有害成分としてダイオキシン類 (DXN) を例としたものであり、窒素酸化物と同様に、プラズマ分解と光触媒との併用により、ダイオキシン類 (DXN) を効率よく分解することができる。

【0153】ここで、上記光触媒は一般に使用されるものであれば特に限定されるものではなく、上述したものを例示することができる。

【0154】以下、負極の表面に光触媒を形成する方法について光触媒として TiO_2 を例にして説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0155】(1) 塗布法

粒径 10～100nm のアナターゼ型 TiO_2 微粒子を含有するゾルをガラス管、ガラスビーズなどに塗布し、乾燥する。乾燥温度は 500℃ 以下 (TiO_2 の場合) とする。膜厚は塗布、乾燥の回数により調整し、膜厚 0.5～10μm とするのが、好ましい。これは 10nm 未満の場合のように、粒径が小さすぎると量子サイズ効果により吸収する光が短波長になるため光触媒効率が低下するからである。逆に 100nm を超えるような粒径が大きくなると比表面積が低下するために光触媒効率が低下し、好ましくないからである。また、膜の密着性も低下するので、好ましくない。膜厚は有効に光を吸収するために必要な膜厚として 0.5μm 以上が望ましい。一方膜厚が厚くなると内部電界の低下により光触媒効率が低下するので、10μm 程度が目安である。特に膜厚が 3μm とするのが好適である。上記乾燥温度が 500℃ を超えると一部 TiO_2 の結晶構造が変化し、光触媒効率が低下するので、乾燥温度は 500℃ 以下が望ましい。また、膜の密着性は温度が高いほど良好になるので、500℃ の乾燥温度が最も好ましい。

【0156】(2) ゾルゲル法

チタンテトライソプロポキシドのアルコール溶液を純水に加え硝酸を触媒として加水分解して原料チタニアゾルとする。これにガラス管、ガラスビーズなどを浸し、500℃ にて焼成する。膜厚は塗布、乾燥の回数により調整し、膜厚 0.5～10μm とする。なお、乾燥温度が 500℃ を超えると一部 TiO_2 の結晶構造が変化し、光触媒効率が低下するので、乾燥温度は 500℃ 以下が

(419) 01-300257 (P2001-300257A)

望ましい。膜の密着性は温度が高いほど良好になるので、500℃の乾燥温度がもっとも適している。

【0157】(3) 蒸着法(スパッタ法)

TiO₂ をターゲットとしてAr(5%O₂) ガスを用いてガラス板上にDCマグネトロンスパッタ法によりTiO₂ 膜を成膜する。基板温度300℃、膜厚1~10μmとした。膜厚は有効に光を吸収するために必要な膜厚として0.5μm以上とするのが好適である。一方膜厚が厚くなると内部電界の低下により光触媒効率が低下するので、10μm程度が目安である。特に膜厚が3μmとするのが好適である。

【0158】(4) 蒸着法(イオンプレーティング法)

TiO₂ を蒸発源としてO₂ ガスを用いてRFによりプラズマを生成するRFイオンプレーティング法によりTiO₂ 膜を成膜する。基板温度300℃、膜厚1~10μmとした。膜厚は有効に光を吸収するために必要な膜厚として0.5μm以上が望ましい。一方膜厚が厚くなると内部電界の低下により光触媒効率が低下するので、10μm程度が目安である。特に膜厚が3μmとするのが好適である。基板温度はガラス基板内部からのアルカリ原子の拡散による光触媒特性の低下を防止するため、300℃程度とするのが好ましい。他の材料でもほぼ同じ方法により蒸着することができる。

【0159】上記形成する光触媒膜の膜性状に関し、光触媒の膜厚は光の吸収のために膜厚0.5μm以上が望ましい。一方、膜厚が厚くなると内部電界の低下により光触媒効率が低下するので、10μm程度とするのが好ましい。この中で3μmが最も適当である。また、膜表面の凹凸は大きい物が望ましく、表面粗さ0.1μm以上が望ましい。一方表面近傍のガス流による表面近傍のガスの置換のためには表面粗さは1mm以下であることが望ましい。表面粗さは光触媒膜の凹凸により形成するかもしれないがガラス表面を加工して(ブラスト処理、酸による腐食処理、加熱変形処理)形成しても良く、特に限定されるものではない。

【0160】[第23の実施の形態]図36は本実施の形態にかかる有害成分分解装置の概略図であり、例えば図30に示した線電極22と円筒電極21とからなる装置の内部に、例えば石英等の紫外線を透過させる材料の上に光触媒を担持させた光触媒充填物84を充填させたものである。上記光触媒充填物84の形状は特に限定されるものではないが、ビーズ状、パイア状、コンベイトウ状、リング状、U字管状、ガラス棒状等の種々の形状のものとすることができる。本発明のようにパルス印加することにより、上記光触媒充填物84のすべての表面に沿って放電する沿面放電がなされ、該放電により紫外線が直接光触媒に当たり、光触媒分解効率が向上する。また、コンベイトウ状のような表面積が大きな形状の光触媒充填物32とするのが、分解効率の向上の点から特に好ましい。

【0161】また、上記充填物84は図36(B)に示すように、円筒電極21の全部に充填するものではなく、軸方向の1/3~1/5程度充填することにより、さらにプラズマ分解効率が向上する。これは、円筒電極21内に、すべて充填物を充填すると滞留時間が少なくなり、プラズマ分解時間が短くなるからである。

【0162】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、例えば都市ゴミ焼却炉、産業廃棄物焼却炉、污泥焼却炉等の各種焼却炉、熱分解炉、溶融炉等から排出される排ガス中及び飛灰中の有害物質を同時に処理することができる。よって、従来のような有害物質を含んだ飛灰処理が不要となり、付帯設備を減少することができ、処理効率が向上すると共に処理費用の低減化を図ることができる。

【0163】また、煙突直前又は煙突内で処理することで排出有害物質の最小化(ゼロエミッション化)を図ることができる。また、煙突内にプラズマ分解処理設備を設置することにより更なる省スペース化を図ることができる。

【0164】また、冷却手段により冷却された低温の排ガスをプラズマ分解処理で行うことが可能であるので、従来のように高い温度(200~500℃)での触媒分解のような再合成が生じることがなく、分解効率が向上する。

【0165】さらに、従来行われていた酸素注入による高温(850℃)による高温処理及び酸素注入が不要となり、耐火物構造とすることができ、処理設備の高寿命化を図ることができる。

【0166】プラズマ分解処理は直接分解方式と吸着材濃縮方式との両方を使用することができ、処理対象により適宜選択することができる。

【0167】さらに、プラズマ分解処理と光触媒分解処理とを併用することにより、更なる分解効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の排ガス処理システムの構成図。

【図2】本発明の第1の実施の形態のガスの分解装置の構成図。

【図3】本発明の第1の実施の形態の反応容器の構成図。

【図4】ストリーマ放電プラズマの概略図。

【図5】本発明の第2の実施の形態の排ガス処理システムの構成図。

【図6】本発明の第3の実施の形態の排ガス処理システムの構成図。

【図7】本発明の第4の実施の形態の排ガス処理システムの構成図。

【図8】本発明の第6の実施の形態の分解装置の構成

(20) 01-300257 (P2001-300257A)

図。

【図9】排ガス中のダイオキシン類を直接分解した結果を示すグラフ。

【図10】電極に印加する電圧のパルス幅と有害物質除去率との関係を示すグラフ。

【図11】電極間に発生した放電の電流、電圧に係る経時変化を示すグラフ。

【図12】排ガス分解率性能を示すグラフ。より詳しくは当該排ガス分解率と消費エネルギーとの関係を示すグラフ。

【図13】本発明の第6の実施の形態の分解装置の電極部を示す斜視図。

【図14】電極間を流通する排ガスの当該電極間における滞留時間と有害物質除去率との関係を示すグラフ。

【図15】線状電極と円筒状電極とからなる電極形態において、図6に示すものと同様な関係を示すグラフ。

【図16】本発明の第8の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図。

【図17】本発明の第10の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図。

【図18】本発明の第11の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図。

【図19】本発明の第12の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図。

【図20】本発明の第13の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図。

【図21】本発明の第14の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図。

【図22】本発明の第15の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図。

【図23】本発明の第16の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図。

【図24】本発明の第17の実施の形態のプラズマ処理容器を備えた有害物質の分解装置の概略図。

【図25】本発明の第17の実施の形態にかかる吸着体の構成図。

【図26】本発明の第18の実施の形態にかかる吸着体の構成図。

【図27】本発明の第19の実施の形態にかかる吸着体の構成図。

【図28】本発明の第20の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図。

【図29】本発明の第21の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図。

【図30】本発明の第22の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図。

【図31】パルス幅とDe-No90%時のストリーマ放電消費エネルギーの関係を示す図。

【図32】光触媒による有害物質分解原理図。

【図33】光触媒によるNO_xの分解原理図。【図34】プラズマ分解と光触媒分解との有害物質(N₂O_x)分解原理図。【図35】プラズマ分解と光触媒分解との有害物質(D₂XN)分解原理図。

【図36】本発明の第23の実施の形態のプラズマ分解処理装置の構成図。

【符号の説明】

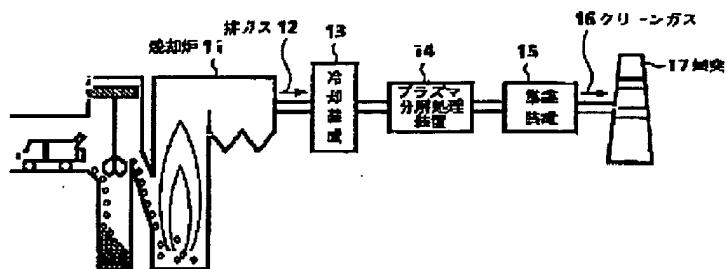
- 11 焼却炉
- 12 排ガス
- 13 冷却手段
- 14 プラズマ分解処理装置
- 15 除塵装置
- 16 クリーンガス
- 17 煙突
- 20 反応容器本体
- 21 円筒電極
- 22 線電極
- 23 パルス電源
- 24 排気ダクト
- 25 排気ダクト
- 26 ストリーマ放電プラズマ
- 27 高エネルギー電子
- 31 線状電極
- 32 平板状電極
- 40 ガスの分解ユニット
- 41 第1の電極
- 42 第2の電極
- 43 容器
- 44、44A、44B、44C 吸着材
- 45 電源
- 51 第1のパイプ
- 52 第2のパイプ
- 53、53A、53B 第1のバルブ
- 54、54A、54B 第2のバルブ
- 55 第3のパイプ
- 56 第3のバルブ
- 57 還元ガス供給手段
- 61A、61B バルブ
- 62 ポンプ
- 63 プラズマ処理室
- 70 反応容器
- 71 ガス流れ制御体
- 81 光触媒
- 82 UV光
- 83 有害物質
- 84 光触媒充填物
- 100 プラズマ処理用吸着体
- 101 吸着材
- 102 強誘電体
- 104 スペース

(21) 01-300257 (P2001-300257A)

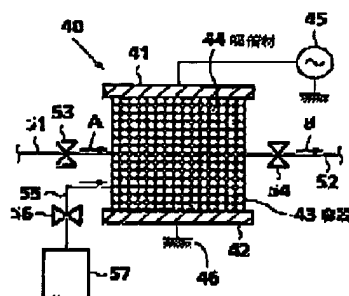
110 有害物質の分解装置
 111 第1の電極
 112 第2の電極
 113 電位差付与手段
 114 プラズマ処理容器

121 第1の電極
 122 第2の電極
 123 商用周波数高電圧電源
 124 高電圧パルス電源

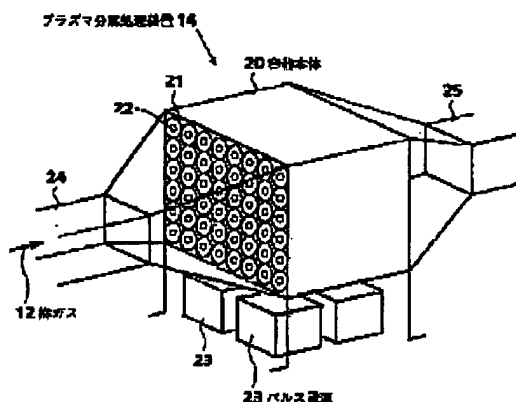
【図1】



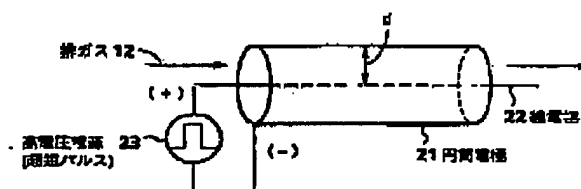
【図16】



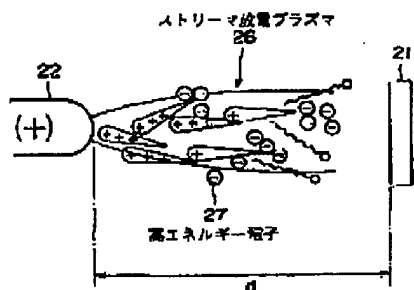
【図2】



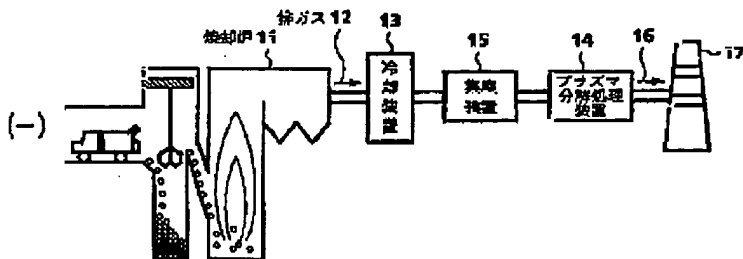
【図3】



【図4】

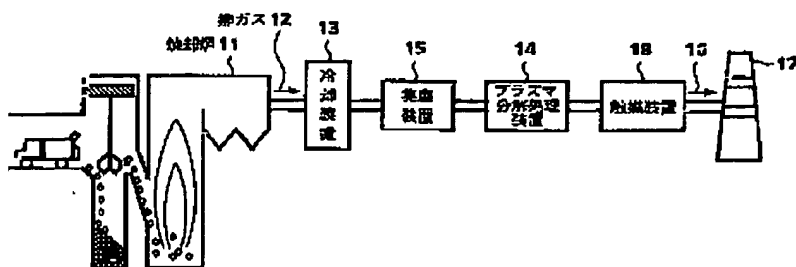


【図5】

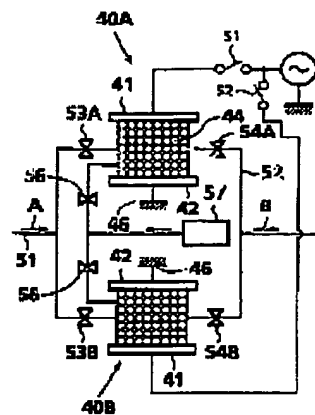


(42) 101-300257 (P2001-300257A)

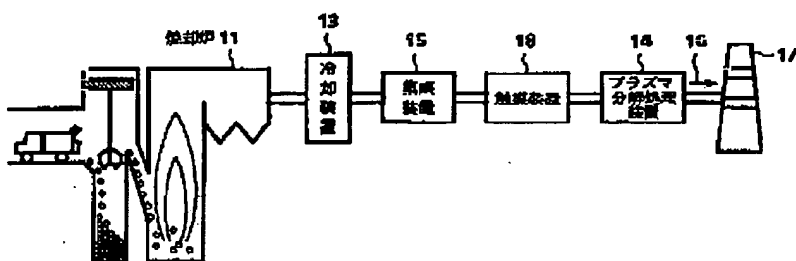
【図6】



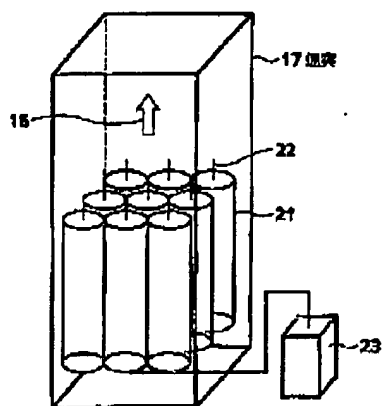
【図17】



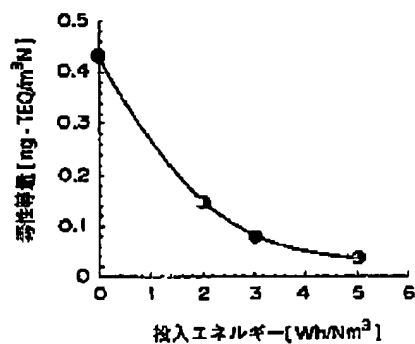
【図7】



【図8】

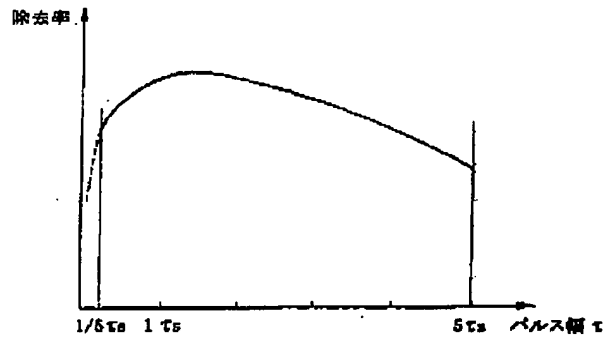


【図9】

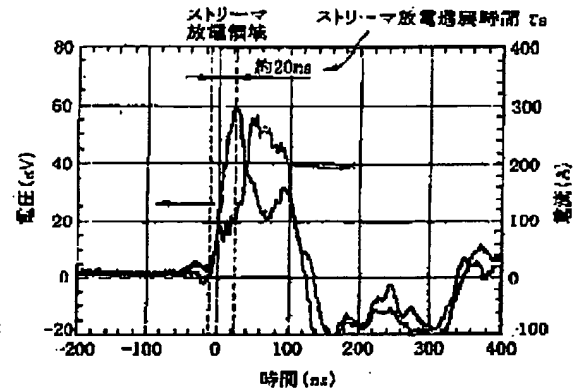


(23) 01-300257 (P2001-300257A)

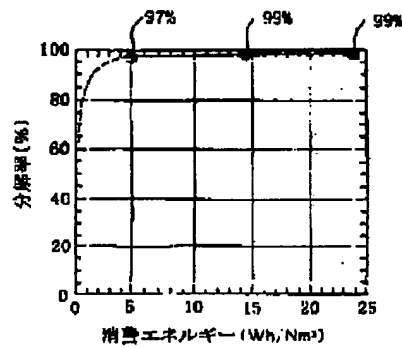
【図10】



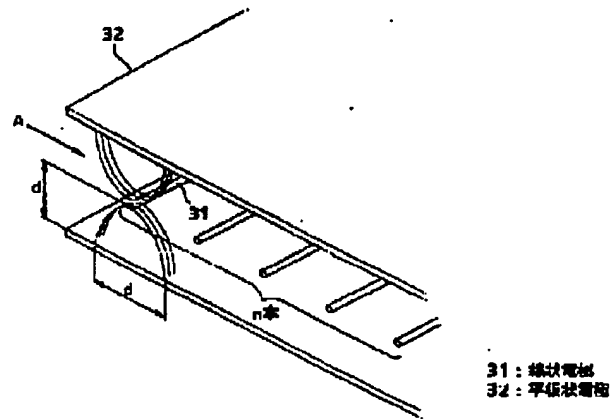
【図11】



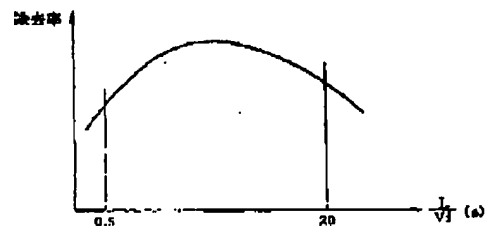
【図12】



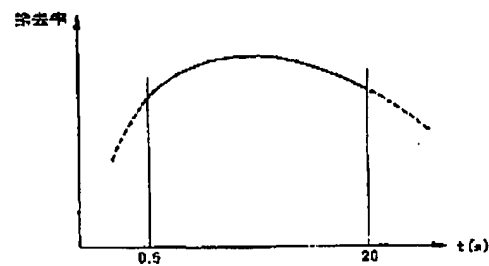
【図13】



【図15】

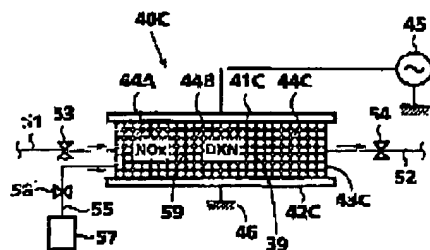


【図14】

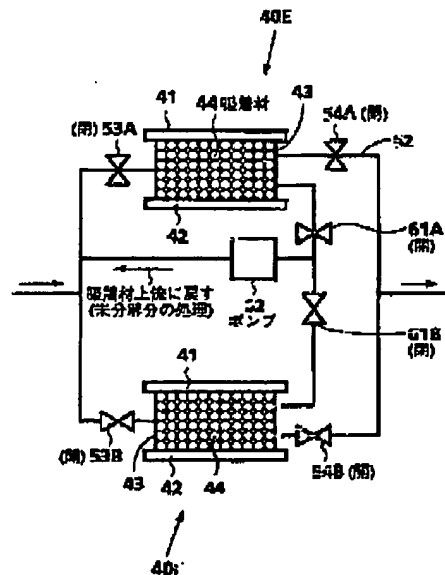


(24) 101-300257 (P2001-300257A)

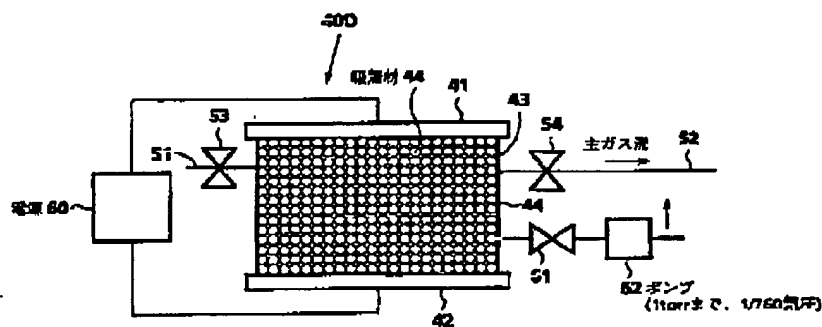
【图18】



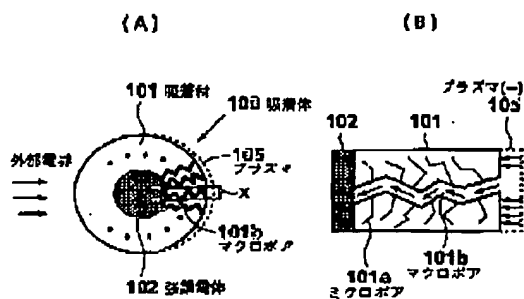
【图20】



【图19】

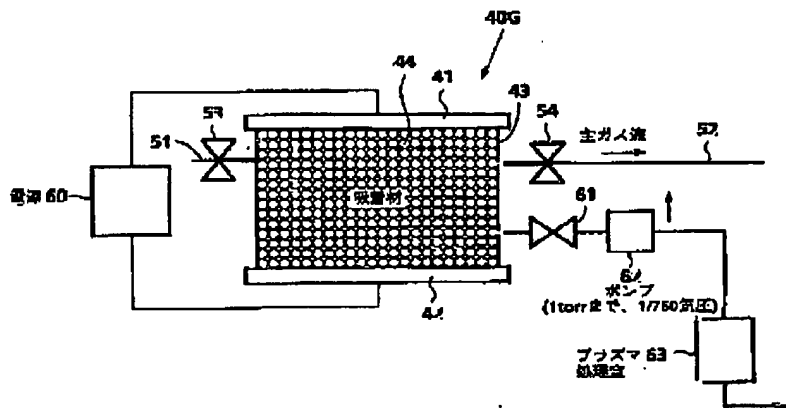


【圖26】

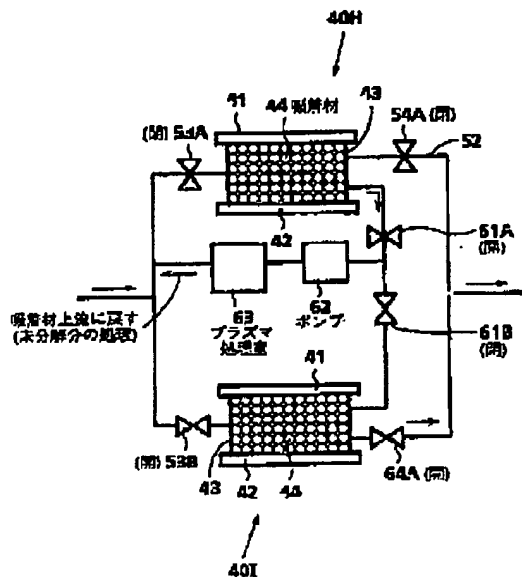


(特5) 101-300257 (P2001-300257A)

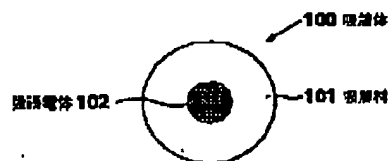
【図21】



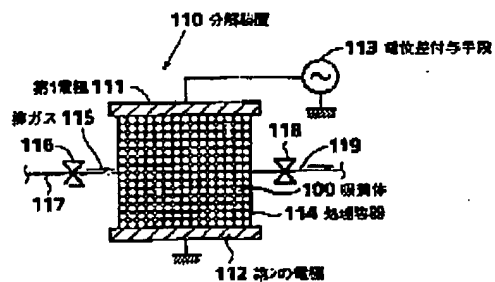
【図22】



【図23】

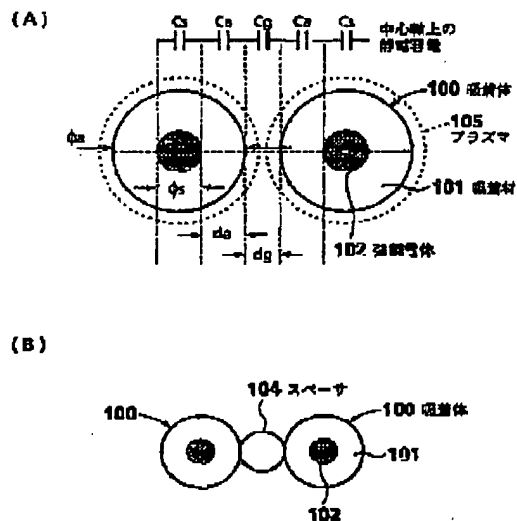


【図24】

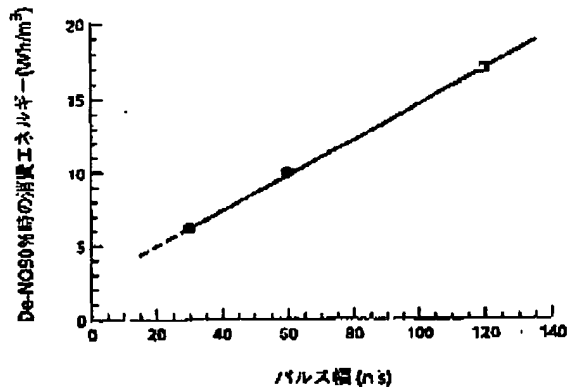


(26) 101-300257 (P2001-300257A)

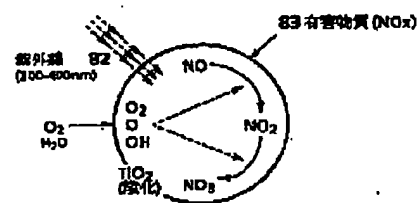
【図25】



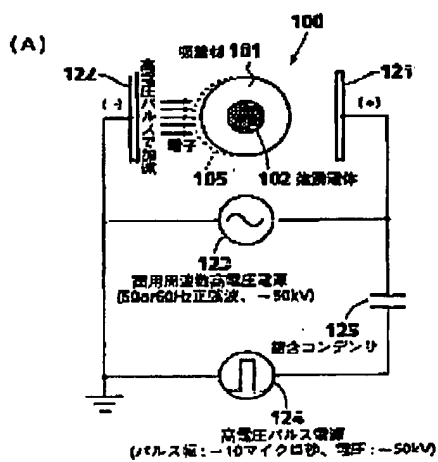
【図31】



【図33】

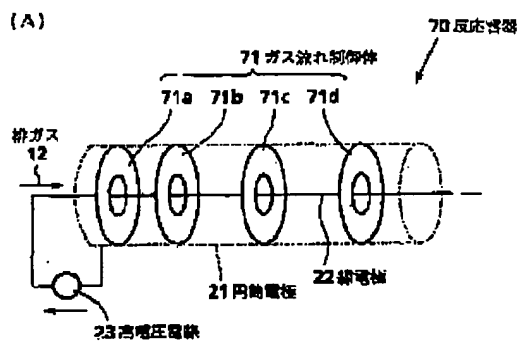


【図27】

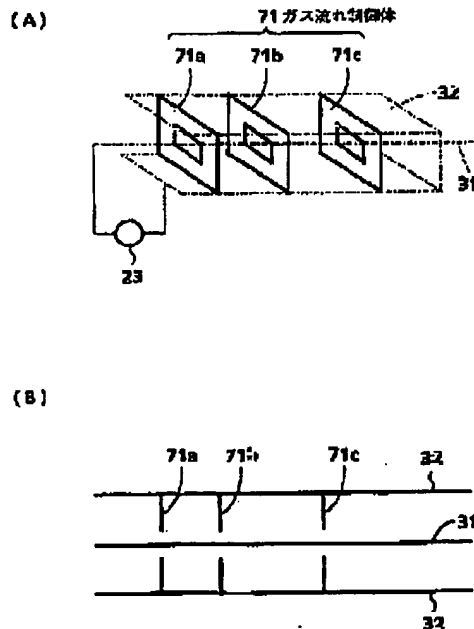


(27) 01-300257 (P2001-300257A)

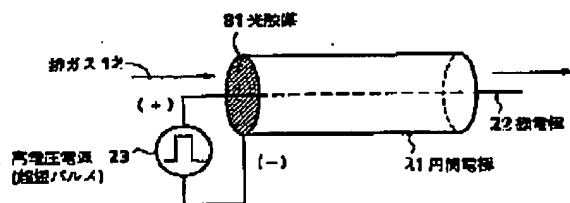
【図28】



【図29】

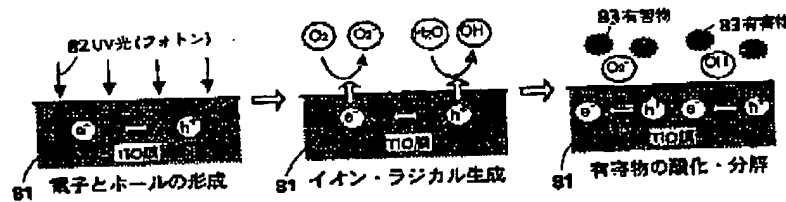


【図30】

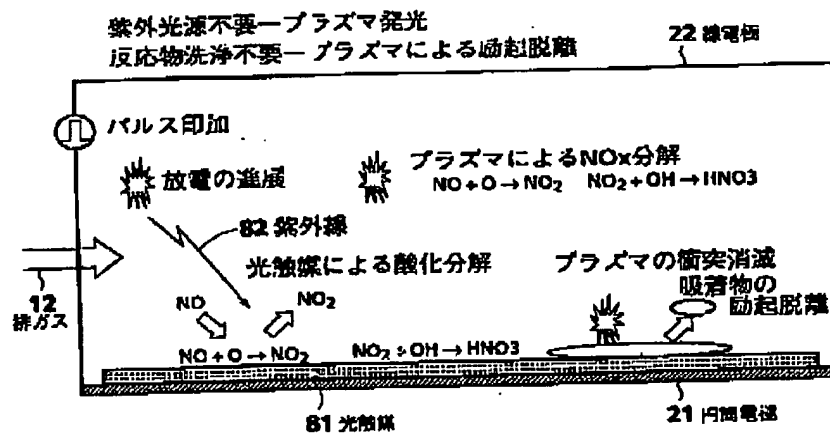


(28) 01-300257 (P2001-300257A)

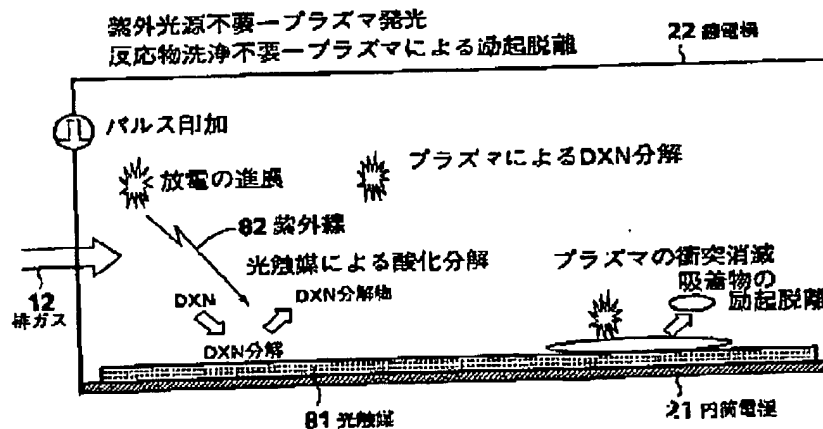
【図32】



【図34】

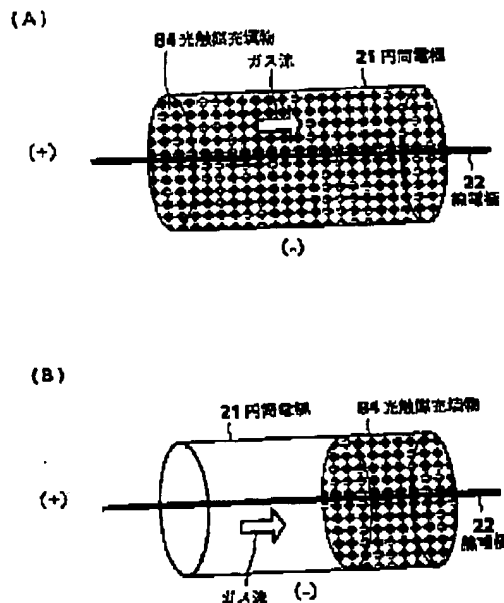


【図35】



(29) 101-300257 (P2001-300257A)

【図36】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

B 01 D 53/86

B 01 J 19/08

F 23 J 15/00

識別記号

Z A B

F I

B 01 D 53/36

F 23 J 15/00

(参考)

Z A B G

A

B

H

(72) 発明者 小林 勝彦
 神奈川県横浜市中区錦町12番地 三菱重工
 業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 志田 恵
 神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1
 三菱重工業株式会社横浜研究所内

F ターム(参考) 3K070 DA02 DA03 DA05 DA52 DA83
 4D002 AA12 AA21 AC04 AC10 BA09
 CA13
 4D048 AA17 AB03 BA03Y BA06Y
 BA07Y BA08Y BA23Y BA24Y
 BA26Y BA27Y BA41Y BA44Y
 BB01 CA01 CC38 CC61 CC63
 CD03 CD08 EA01 EA03 EA04
 4G075 AA03 AA37 BA01 BA05 BA06
 BB01 BB04 BD05 CA12 CA47
 CA54 DA01 EA02 EA06 EB42
 EC21

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.